UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK GENT
9000000067010

Math. 469

N. G.

Math. 469

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE
LA CONSTRUCTION
DES
BÂTIMENS DE MER.

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE
LA CONSTRUCTION
DES BÂTIMENS DE MER,
À L'USAGE

Des Élèves du Génie Maritime, & propre aux Marins, Armateurs, &c.

Par M. Vial du Clairbois, Chef des Conſtructions navales, Inſpecteur & Directeur d'Études de l'École d'application du Génie Maritime.

TOME SECOND.

A PARIS,

Chez Magimel, Libraire pour l'Art Militaire, Quai des Auguſtins, N°. 61.

An XIII. (1805).

AVIS AU RELIEUR.

Les 20 premières Planches ſeront placées à la fin du premier Tome.

Les Planches 21 à 39 ſeront miſes à la fin du ſecond.

Les Tableaux I à XIV ſeront mis à la fin de la première Section de la quatrième Partie dudit ſecond Tome.

Les Tableaux 1 à 14 (en chiffres arabes) ſeront placés à la fin de l'ouvrage, toujours du ſecond Tome.

AVERTISSEMENT.

Ce Volume, préſenté aujourd'hui comme le premier Tome du Traité, à l'uſage principalement du Génie maritime, n'eſt autre choſe que celui publié par ordre du Gouvernement en 1787, comme ouvrage complet, pour l'inſtruction des Elèves de la Marine (pépinière des Officiers de Vaiſſeaux). Ainſi ceux qui le poſſèdent n'ont beſoin que du ſecond pour acquérir une connoiſſance approfondie de la conſtruction des vaiſſeaux.

La Préface que j'y ai miſe, que je ſuppoſe ſous les yeux, donne l'hiſtorique de la compoſition de tout l'ouvrage, morcelé d'abord par un ſyſtème auquel j'ai été obligé de me ſoumettre, quoique je n'y adhéraſſe pas. Au contraire, je me ſuis de plus en plus affermi dans celui qu'il faut être autant Officier de Vaiſſeaux qu'Ingénieur pour innover dans leur conſtruction; ſans les idées que j'en ai priſes à la mer, je n'aurois pas cultivé l'art avec ſuccès. Au ſurplus, l'application des connoiſſances de celui-ci à la navigation eſt très-ſimple. Que cette ſorte d'hommes,

pleins de diſpoſitions pour l'étude, ſoient ſuſceptibles d'aller à tout, dans le commandement les armées, j'ai dit pluſieurs fois ce que j'en penſe: généralement ce n'eſt que dans les conſeils de conſtructions où ils pourront acquérir une gloire qui n'eſt pas mépriſable.

PRÉFACE

DU

DU SECOND TOME.

J'avois été engagé par l'Académie des Sciences de composer l'*Art du Conſtructeur des bâtiments de mer*, pour faire partie de la collection des Arts & Métiers. Cet ouvrage fut approuvé par cet aſſemblée (*) (*a*); mis ſous preſſe par ſon ordre; la première feuille en a été tirée; les trois ſuivantes compoſées; 12 planches en ont été gravées: mais la révolution a ruiné l'imprimeur, la mort a enlevé le graveur, une loi a diſſout l'Académie: le travail en eſt demeuré là.

Cependant comme je finiſſois le manuſcrit de ce traité, le maréchal de Caſtries m'en demanda un pour donner une connoiſſance générale de l'objet à l'officier de vaiſſeau, avec particulière recom-

(*) Les renvois ſe trouveront à la ſuite de la préface. Voyez-y celui (*a*) & les autres.

mandation de m'abſtenir des détails néceſſaires ſeulement à l'homme du métier. C'étoit le *ſpectacle* de la choſe qu'il leur falloit, & non la deſcription du travail qui l'opère, & non l'enſeignement des calculs qui en aſſurent les qualités. Je trouvai une grande partie de ce qui étoit convenable dans mon Art du Conſtructeur, & je ne tardai pas à publier le *Traité élémentaire de conſtruction de Vaiſſeaux à l'uſage des élèves de la marine*, (en 1787).

Chargé de la direction de l'école ſpéciale des élèves du génie maritime, il étoit alors queſtion de leur faire mes inſtructions préciſément d'après ce qui avoit été excepté de celle des élèves de la marine ; ainſi j'en trouvai encore dans mon Art du Conſtructeur une partie de la matière ; je l'en ai extraite ; &, avec des additions auxquelles des obſervations conſtantes ont donné lieu, elle forme les trois premières de l'ouvrage que je publie aujourd'hui comme ſecond tome de mon Traité de conſtruction.

Cela ne ſuffiſoit pas ; juſqu'à préſent, quoiqu'il y ait des ingénieurs de vaiſſeaux, il n'y a pas eu un ſeul vaiſſeau de calculé. Un calcul pour déterminer le degré de célérité de marche ſeroit à la vérité un *leurre*, une ſorte de charlataniſme, parce que

l'hydrodinamique ne nous offre pas de baſes ſatiſfaiſantes; la queſtion de la réſiſtance eſt encore loin d'être réſolue : mais l'hydroſtatique eſt une ſcience phyſico-mathématique certaine; & par conſéquent ſolubles ſont les problèmes qui en dépendent; ces ſolutions exigent, à la vérité, un grand travail en tracé de plans, & ſurtout en calculs numériques, effrayants par leur longueur, ſi l'on n'avoit ſu les ſimplifier; il demeure encore aſſez long pour que l'on examine ſi leur objet eſt important; & comme parmi les perſonnes à qui il appartient d'en juger, pluſieurs n'ont pas fait leur capital de l'étude des ſciences exactes, il convient de traiter la choſe en quelque façon matériellement : ce qu'on eſt éloigné d'avancer avec *une morgue* de géomètre. Les individus capables de conceptions profondes, ont ordinairement la conception lente; ils peuvent voir le mieux avec le temps, où l'officier d'une imagination vive verra ſeulement le bien, mais à propos; à la *guerre* le premier *verroit* ce qu'il y auroit eu à faire une heure après qu'il ne ſeroit plus temps de l'exécuter, l'autre a ſauvé la choſe publique. Il y a vingt ans que j'ai manifeſté mon opinion ſur ce ſujet (*b*).

Je crois donc devoir mettre ſous les yeux de

l'habile officier, les ſervices qu'il peut eſpérer de l'habile ingénieur.

Pour les vaiſſeaux ordinaires, pour les expéditions ordinaires, on ſe conduit à l'ordinaire ; mais dans les circonſtances extraordinaires où peuvent ſe trouver les bâtiments de mer, ſoit à l'égard de leur conſtruction, ſoit à l'égard de leur armement, ſoit à l'égard de difficultés locales, il faut que l'ingénieur, ſatisfaſſe non à vue de pays, non par conjecture, comme cela s'eſt fait juſqu'à préſent, mais d'après de bons calculs, aux queſtions des chefs ſur des objets de ſtabilité. Cela ſe peut, c'eſt de la plus haute importance : donc cela ſe doit.

On arme en flûte un vaiſſeau de guerre. L'ingénieur doit dire ce qu'il peut porter pour n'être ni trop ni trop peu chargé ; comment il doit être arrimé ; la quantité & la nature du leſt dont il aura beſoin, ſi toutefois il doit en prendre ; ce pour conſerver la ſtabilité qui lui convenoit armé en guerre, ni plus, ni moins. Car, s'il en acquiert, il courra riſque de démâter dans les mouvements de roulis ou de tantage, lorſque, à cauſe du gros temps, il ne pourra faire de la voile ; s'il en perd, il ne pourra en faire ſuffiſamment : deux inconvénients capables de le conduire à ſa perte ou à manquer ſon expédition.

L'ingénieur doit pareillement déterminer l'arrangement d'un vaiſſeau de ligne qu'on raſe : c'eſt une opération qui a été faite pluſieurs fois ſans ſuccès, parce qu'elle a été faite ſans meſure & ſeulement ſur des préſomptions.

On a à mettre à l'eau un bâtiment d'une conſtruction particulière ; on ſait la hauteur d'eau qu'on peut eſpérer ; on connoît auſſi facilement le tirant d'eau moyen du bâtiment ; mais ſa différence ! elle peut importer cependant beaucoup. Nous avons vu un cutter anglois tirer 14 pieds derrière, 5 pieds devant : il lui falloit 15 pieds pour flotter : le génie maritime doit déterminer d'avance ſon aſſiète.

Nous euſſions perdu à Breſt un vaiſſeau à trois ponts ſans une réflexion en même temps de ſtéréotomie & d'hydroſtatique que j'eus aſſez de peine à faire goûter *(c)*.

Nos vaiſſeaux rang pour rang ſont plus grands que les vaiſſeaux anglois, & cependant ils ſont ſouvent trop petits ; cela provient je penſe de la différence de manière de vivre des états majors, délicate chez les François, groſſière chez l'Anglois : j'ai vu pareille choſe dans les guerres de terre que j'ai faites ; l'équipage d'un de nos lieutenants-généraux étoit plus conſidérable que celui du roi de Pruſſe. Je ſuis perſuadé

que ce n'eſt plus de même. Quoi qu'il en ſoit, en accordant quelque choſe aux mœurs, il faut y mettre des bornes. Il eſt queſtion principalement d'avoir de bons vaiſſeaux qui ne ſoient ni encombrés, ni ſurchargés, & on ne ſera jamais ſûr de quelque choſe à cet égard tant qu'on n'aura pas réglé le poids de ce qui eſt néceſſaire pour les tables, la conſommation d'eau des cuiſines; quand cela ſera, un contrôle hydroſtatique fera reconnoître à vingt tonneaux près, ſi un vaiſſeau a embarqué plus d'objets qu'il n'eſt déterminé par le règlement : c'eſt un travail que je fis autrefois ſur le *Bien-Aimé*.

Le défaut de calcul hydroſtatique a fait manquer le bateau-porte du baſſin de Breſt (*d*). Un bâtiment pourroit y entrer ou en ſortir; mais le bateau-porte ne peut s'enlever; & quand on l'enlève, encore eſt-ce avec un attirail de ponton, la honte de l'art. Je propoſai le remède il y a 20 ans, dans un mémoire accompagné de plans, de calculs & d'un modèle : on n'y eut, & on n'y a eu juſqu'ici aucun égard.

Il faut du crédit pour faire le bien, & par un cercle vicieux, l'amour du cabinet où il ſe prépare, éloigne de la faveur qui peut ſeul l'opérer; c'eſt principalement dans quelques ſous-ordres où il règne une manie de patronage très-nuiſible dans

les diſpoſitions dont l'objet n'eſt pas aſſez majeur pour occuper l'homme du gouvernement; on veut avoir des clients, une cour, être un homme puiſſant; & on n'eſt pas puiſſant quand on s'aſſujettit à l'équité & aux convenances; alors, n'étant bon à rien, on eſt négligé des gens qui ſollicitent au lieu de mériter, & on demeure à ſa place. On veut l'honneur d'être dans le monde un homme conſidérable, on néglige celui d'être un homme d'un bon eſprit public.

Finiſſons cet expoſé par un fait qui a eu lieu à Breſt; il y a ordre d'y abattre en carêne un vaiſſeau à trois ponts conſtruit à Toulon. On ſavoit que dans cette opération faite au port de ſa conſtruction, il avoit menacé de tomber ſur ſes pontons (malheur effroyable); faute de calculs on y mit du leſt ſans meſure; qu'arriva-t-il delà? qu'on ne pût éventer ſa quille; le directeur du port vit l'appareil prêt à manquer (danger bien plus grand encore). La rablure de la quille ne fut point travaillée. Je ne ſais ce qu'il en a réſulté: mais il en a pu réſulter qu'on fût privé de ce vaiſſeau au beſoin.

Mais ce rapport n'inculpe-t-il pas le génie maritime? même celui qui le préſente, qui a dirigé le port de Breſt?

Ce ne ſont pas les ingénieurs qui ont manqué à l'application, ce ſont les moyens d'application qui ont manqué aux ingénieurs. Il faut le dire : il n'y avoit pas eu juſqu'ici d'*école d'application*. Je ſuis, pour m'expliquer avec cette liberté, dans la poſition favorable de pouvoir rappeler ce que j'ai imprimé à ce ſujet en 1786 (*e*).

Le directeur d'étude, que je croyois indiſpenſable, a toujours manqué ; on en a accolé la qualité à celle de l'inſpecteur célèbre mis à la tête de cet établiſſement : ce détail de direction étoit au-deſſous d'un tel génie & de la place qu'il devoit occuper. On s'adreſſe ſouvent au miniſtre pour des objets d'arts & de ſcience, ce ſur quoi il ne peut lui être fait de rapports dans aucun bureau. Il faut donc auprès de lui un académicien du métier auquel les affaires de ce genre puiſſent être renvoyées. C'eſt ce qui avoit porté feu M. Duhamel dans le miniſtère en qualité d'inſpecteur-général de marine (ſous-entendu pour les ſciences & les arts maritimes). Il étoit homme d'eſprit & ſavant naturaliſte ; mais il n'étoit ni homme du métier, ni géomètre ; & Monſieur Borda le remplaça avec beaucoup d'avantage. Il devoit entrer dans les attributions de cette place, l'inſpection des écoles ; mais il lui falloit des ſecours efficaces

efficaces pour en diriger le détail. Il connoiſſoit ce beſoin de l'école; il étoit ſur le point de réuſſir à y ſatisfaire; en dernière analiſe on lui objecta l'économie. L'économie mal entendue équivaut au gaſpillage.

On n'a pu faire la dépenſe d'un directeur d'étude, la cheville ouvrière! faute de laquelle les dépenſes néceſſaires ſont auſſi devenues inutiles; car pour le tracé des plans, la ſeule choſe qui étoit enſeignée aux élèves, ils l'auroient appris en venant tout de ſuite au corps, comme l'enfant apprend à parler la langue du pays dans ſa famille. Au ſurplus ce n'eſt pas au milieu de l'activité d'un port qu'on peut les exercer ſur des calculs qui demandent du recueillement, de l'aſſiduité au cabinet & une grande conſtance dans un travail long & faſtidieux.

Encore moins les ingénieurs chargés du ſervice ont-ils pu s'en occuper. Les élèves qui y auront été rompus à l'école d'après des méthodes ſimples, & qui s'éclairciront de plus en plus, parvenus aux places d'officier, s'en feront un jeu; ils calculeront qui l'un qui l'autre des bâtiments dans un état quelconque, & on parviendra à avoir le calcul de tous, où il n'y aura que des changements à faire ſuivant les différentes circonſtances.

La quatrième partie de cet ouvrage contient donc les problèmes les plus intéreſſants de l'hydroſtatique relativement aux bâtiments de mer, & dont la ſolution mène à quantité d'autres ſur la même matière.

Si l'on entreprenoit de rechercher le poids & le centre de gravité de la coque, varangue par varangue, genouil par genouil, &c. des autres pièces de charpente; du leſt de fer gueuſe par gueuſe, canon de rebut par canon; du gréement, manœuvre par manœuvre, &c. de tout l'armement, on ſeroit bientôt dégouté & arrêté. Voilà pourquoi la recherche du centre de gravité des Vaiſſeaux ne s'eſt jamais faite; c'eſt-à-dire, que l'on n'a jamais connu que par conjectures ſa qualité la plus importante qui eſt cependant ſuſceptible de détermination.

Je conſidère la carène comme un corps à facettes compriſes entre les couples de levée & les liſſes, ayant égard à la variation d'échantillons & de mailles ſuivant les eſpèces de côtes de melon formés par les entre-liſſes; cela me donne un ſyſtème de pans de charpente : c'eſt le plus difficile de la coque.

Je ſuppoſe le leſt de fer mêlé d'objets d'un plus ou moins facile arrimage.

Ma supposition la plus hardie est à l'égard des vivres; mais l'expérience que j'ai faite par ordre du maréchal de Castries, sous l'inspection de Monsieur *Borda*, sur plus de cent bâtiments, nous a prouvé que les chargements, particulièrement en vivres, occupoient 51 pieds cubiques pour le tonneau de 2000 liv. ou 28 pieds cubes de déplacement. C'est sur ce pied que fut fait mon règlement de jaugeage, & c'est d'après ce rapport que j'ai recherché l'espace nécessaire dans la cale, & son centre de gravité.

Enfin j'ai essayé de surprendre la paresse des élèves (*f*) (si l'on peut appeler paresse l'éloignement pour un travail effroyable) en massant les objets au risque de quelques inexactitudes; mais je pique aussi leur esprit critique en disant quelque part que mes suppositions ne sont pas inattaquables & que ce seroit un bon exercice de les attaquer. Or ce ne peut être que par un calcul détaillé; & tous les éléments en sont dans mon Encyclopédie. C'est, à la vérité, une statue dans un bloc; mais je l'en tire dans l'ouvrage actuel par des renvois aux mots; voilà pourquoi cette quatrième partie est si peu volumineuse.

A la vérité, cette partie hydrostatique de l'Ency-

clopédie pourroit s'en extraire. J'en parle dans mon traité. J'appelerois cet extrait *répertoire d'architecture navale ;* j'y dis qu'il seroit facile à faire ; mais qu'il faudroit deux choses : une correction soigneuse pour les objets qui ont souffert des changements, & la munificence du gouvernement pour l'impression. Car cet ouvrage utile seulement à peu de personnes n'auroit pas un assez prompt débit pour couvrir la dépense de l'entreprise de l'impression.

Je renvoie à la table pour la division de l'ouvrage.

Les deux volumes ensemble formeront un cours d'architecture navale, qui semble ne rien laisser à désirer au moyen des renvois pour les théories à celui de *Bézout*, & pour les matières de calculs d'application à mon Encyclopédie matitime ; quelques autres de mes ouvrages, à ceux sur la mâture & le gréement dont le maréchal de Castries ordonna la composition en même temps qu'il me demanda le traité de construction, objet du premier volume.

J'estime ce cours propre aux marins généralement parlant & aux armateurs, parce que, puisqu'ils font construire, il est intéressant pour eux de connoître la construction ; d'ailleurs l'hydrostatique dans certains cas peut leur présenter des combinaisons de chargement telles qu'ils retireroient une moitié en

ſus du fret de leur tonage. Celui qui auroit du fer à charger & de l'huile prendroit une certaine quantité de fer qui, au poids, paieroit une grande partie du fret, laiſſant cependant vide un grand eſpace où l'huile qui le rempliroit au tonneau d'arrimage paieroit autant : voilà un apperçu ; mais c'eſt ce que l'hydroſtatique peut meſurer, déterminer.

Je ſuis loin au ſurplus, quoique j'aie été obligé de m'y conformer, d'adopter l'opinion du célèbre inſpecteur que j'ai remplacé, de reſtreindre l'enſeignement des officiers de vaiſſeau ſur la conſtruction à une deſcription & une nomenclature : je n'en voudrois pas faire des charpentiers ; mais l'art les intéreſſe très-particulièrement ; &, fondé ſur des principes qui doivent leur être familiers, puiſque ce ſont en même temps ceux de l'hydrographie, de l'artillerie, &c. Ils y feront des progrès quand ils voudront, puiſque ce n'eſt qu'une nouvelle application de ces principes telle que celle qu'ils ont été obligés de faire aux autres parties de leur métier. Je leur en procure les moyens par ce traité qui peut facilement être entendu ſans ſecours ultérieur. Il ſeroit d'autant plus avantageux que pluſieurs d'entr'eux dirigeaſſent leurs études de ce côté, qu'ils ſont plus à même de voir ce que la mer demande.

J'ai toujours penſé qu'en général, c'étoit à l'officier de vaiſſeau qu'appartenoit principalement le domaine des ſciences nautiques, ſans être toutefois d'obligation pour tous.

J'ai été dans le cas d'étendre ma penſée ſur cet objet, ayant été nommé rapporteur ſur *l'inſtruction publique maritime* par une commiſſion dont j'étois membre, qu'avoit appelé la convention nationale auprès de ſon comité de marine; je fis ce rapport que je crois devoir placer en note à la ſuite de cette préface (*g*).

La délibération ſur ce ſujet fut arrêtée par la conſiſtance qui fut donnée alors à l'école polytechnique.

Mais cette école polytechnique, ſi recommandable d'ailleurs, peut-elle convenir à la marine? Il y a un défaut d'uniformité manifeſte dans l'enſeignement dont elle ſe charge.

Il y a deux ſortes d'applications: celle de la ſcience à l'art & celle de l'art au métier, à la pratique du chantier.

Pour les fortifications, pour les ponts & chauſſées, on y applique les ſciences aux calculs de la pouſſée des voutes, des terres, des eaux; à dreſſer des plans de places fortes, pour montrer

l'artifice des défenſes réciproques, tous les moyens d'attaque & de défenſe, généralement à l'art de la guerre. A la coupe du trait, à la diſtribution, à la décoration des édifices: c'eſt-là l'application à l'art; il ne reſte aux élèves qu'à aller remuer la terre, à s'inſtruire du métier ſur les travaux. Comment trouvent-ils ces facilités? C'eſt parce qu'il y a dans cet établiſſement des hommes célèbres & de la choſe qui ſe ſont dévoués à leur enſeignement.

Il n'en eſt pas de même pour l'architecture navale & les autres parties de la marine: comment cela? C'eſt parce que la ſcience de la marine n'eſt pas aſſez répandue pour qu'on ait pu trouver dans ceux qui la poſſèdent, des inſtituteurs. Nos élèves n'en ſortent qu'avec de ſimples connoiſſances de mathématiques néceſſaires, ſans la moindre application à l'art; & priſes dans une bonne ſource ſans doute, mais qui n'eſt pas celle qui leur avoit été appropriée; s'il en avoit été autrement, l'enſeignement que je donne à l'école que je dirige, eût été donné à l'école polytechnique; à cette école ils auroient faits les projections, les épures, les calculs que je leur demande.

Je dis que la ſource de l'inſtruction en mathématique n'y eſt pas celle qui leur avoit été appropriée.

Si le cours de *Bézout* eſt ſans reproche, pourquoi

la Marine le rejeteroit-elle? C'eſt la Marine qui la fait compoſer. Là ſont toutes les théories aux numéros deſquels on a recours pour édifier ſur une baſe ſûre; tous les ouvrages de la Marine fondés ſur la théorie, ont beſoin à cet égard ſeulement de renvois de la dernière facilité à trouver dans ce cours, où il ſeroit plus louable de faire les additions que néceſſite le progrès des ſciences que d'abattre la maiſon avant que d'avoir réédifié.

Je tiens donc beaucoup à mon plan d'inſtruction maritime confié à des perſonnes appartenantes à la Marine; faute de cela qu'arrive-t-il? J'ai trouvé entre les mains des élèves de l'école, en en prenant la direction, un petit ouvrage ſur la conſtruction, d'un des premiers géomètres de l'Europe (Euler); l'étude leur en étoit preſcrite par un des premiers géomètres de France; eh bien! ſes applications ſont fautives & dangereuſes: c'eſt ce que j'ai démontré au conſeil de perfectionnement de l'école polytechnique. Dans la recherche du centre de gravité de déplacement, du moment d'inertie, il ne fait pas entrer les figures de carêne, de plans de flottaiſon, tandis qu'elles y ont une telle influence que le choix de ces figurespour remplir l'objet de la ſtabilité eſt le principal exercice de la ſagacité de l'ingénieur (*h*) Que

la

la ſcience donc marche avec l'art ; mais que celui-ci lui donne la main.

Au ſurplus un ingénieur-conſtructeur, un ingénieur-hydrographe, un ingénieur en inſtruments de mathématique, &c. ce ne ſont pas des ingénieurs. Un ingénieur eſt un homme de réflexions, habile à concevoir & imaginer des machines ; c'eſt un *enginieur*, *l'homme d'engin* par excellence, qui y ſait appliquer la méchanique raiſonnée, phyloſophique, & cela généralement à toute machine ; qu'il s'adonne à une partie, à la bonne heure ; mais aucune ne doit lui être étrangère ; ſans cela il n'eſt qu'un artiſte particulier. Si l'on veut avoir un bon Vaiſſeau, c'eſt-à-dire, une bonne machine à naviguer & à faire la guerre ſur mer, il faut qu'elle ſoit projetée par un homme qui ſache la navigation & la guerre, ſans cela il ne ſaura pas ce que veulent la navigation & la guerre : ainſi il faut un conſtructeur qui ſoit marin & militaire, ou un marin-militaire qui ſoit conſtructeur ; ce militaire de mer en même temps conſtructeur, parce qu'il a l'intelligence des ſciences mathématiques, néceſſairement artilleur puiſque le canon eſt ſon arme, ſera facilement hydrographe, aſtronome nautique, &c. : toutes ces parties ne ſont que des corrollaires de ces ſciences.

C'eſt alors qu'on auroit des officiers du génie maritime rempliſſant ce titre dans toute ſon étendue, & ce ſeroit le réſultat de l'inſtitution que j'avois propoſée.

En attendant puiſqu'il ne nous eſt pas donné de faire des choſes dignes d'être écrites, écrivons-en de dignes d'être lues.

Les arts provenant de l'induſtrie excitée par des beſoins réels ou factices ont preſque toujours précédé la ſcience; mais l'homme de ſavoir prenant connoiſſance des arts, réfléchiſſant ſur ce qu'ils ont fait, ſoumet leurs opérations à des règles, à des calculs. Il généraliſe ces règles; les rend propres à tous les cas analogues; étend ces analogies quand l'artiſte auroit été obligé de renouveler le tâtonnement à chacun; lorſqu'on auroit vu autant de règles que d'artiſtes; lorſque les arts un peu compliqués ſeroient demeurés des ſecrets de famille.

Pour celui de la conſtruction, ſe reportant près l'origine des temps où une famille, une peuplade peu nombreuſe vit ſans ſoins des productions de la terre ſur la rive d'un fleuve.

Les fruits les plus agréables y ſont le plus promptement conſommés, & ils abondent ſur la rive oppoſée.

Avec peines & risques les nageurs s'en procurent quelques-uns.

Cependant des observateurs voyant flotter quelques arbres déracinés, ils s'y reposent dans leurs exercices de natation; ils remarquent qu'ils en sont supportés suffisamment; qu'ils peuvent les faire mouvoir par le mouvement de leurs pieds, de leurs mains.

Ils considèrent que ces arbres s'émergent quand ils s'en retirent.

Réfléchissant de plus en plus, ils entrevoient qu'allégissant l'arbre d'une partie de sa substance dans l'intétieur de son tronc, ils pourroient la remplacer, & par leur personne, & parce qu'ils voudroient y introduire, jusqu'à la valeur au moins d'un poids égal à celui du bois qu'ils en auroient ôté.

Ils conçoivent qu'en élaguant le branchage, coupant la tête & les racines des cet arbre, en en émoussant les angles, plans & solides, ils le rendroient plus maniable.

Reconnoissant que la surface de leurs mains ne peut imprimer un grand mouvement au corps flottant, ils imaginent des espèces de pelles: eh voilà des pirogues & des pagayes, avec lesquelles passant d'un bord à l'autre, l'on jouit des productions des

deux rives. L'idée du levier ſe perfectionnant, on ſubſtitua des avirons aux pagayes.

Voilà un commencement de navigation. Voilà l'origine de la navigation des bâtiments à rames.

Continuant à obſerver, nos navigateurs reſſentant la difficulté d'aller contre le vent, qui imprime une force rétrograde ſur toute la partie de leur embarcation au-deſſus de l'eau, ils penſent que ce courant d'air ſeroit favorable dans la route de la même direction; il leur vient l'idée qu'ils en peuvent augmenter l'effet en augmentant la ſurface choquée. Un mâtereau planté au milieu de l'embarcation, un autre à la tête du premier poſé en croix, un tiſſu de quelque matière, lacé ſur la pièce de travers, ſes angles inférieurs contenus ſur la pyrogue: cet établiſſement forme un mât, une vergue, une voile, qui donne ſans peine beaucoup de viteſſe au bâtiment.

On a tout de ſuite ſenti la néceſſité de balancer l'effort du vent au-deſſus du centre de gravité par quelque poids au-deſſous & dans le fond de la barque. C'eſt ce qu'on appelle *leſter*.

On n'a pas tardé à reconnoître qu'en lui donnant beaucoup de longueur, elle pourroit naviguer avec vent de côté, parce que le chemin qu'elle feroit de

travers ſeroit d'autant moindre relativement à celui qu'elle feroit dans la direction du bateau ; que ſa largeur ſeroit plus petite relativement à ſa longueur.

Le navigateur avoit trop bien commencé pour s'arrêter en ſi beau chemin. Il a voulu entreprendre de porter de plus grandes charges & de traverſer d'abord des bras & enſuite des eſpaces immenſes de mer.

La pyrogue lui a ſervi de modèle ; mais pour exécuter les bâtiments en grand, il ne peut les faire que d'aſſemblage. Ces grandes machines ſurtout pour la navigation de mer exigent de ſolides liaiſons ; l'artifice de ces liaiſons, le jeu du bâtiment ne comportent que des formes rondes, parce qu'on ne lie efficacement qu'en doublant les écarts, c'eſt-à-dire, en mettant les joints des abouts de deux pièces ſucceſſives, au milieu, ou à peu près, de la pièce formant la virure ou rangée adjacente ; parce que le jeu ouvre des angles entre ces virures, & que la figure ronde offrant à la ſurface une infinité de ces angles, l'ouverture en eſt inſenſible.

On peut s'imaginer la figure d'un œuf, qu'il faut allonger de manière que ſa longueur ſoit à ſa largeur environ comme 4 à 1.

Si vous le ſuppoſez coupé longitudinalement, par un plan horizontal, en deux parties égales, la partie inférieure préſentera l'idée d'une carêne, ſurtout ſi, l'imaginant coupé auſſi en deux parties égales, toujours longitudinalement par un plan vertical, vous en conſervez, adapté à cette carêne, le rectangle qui y ſeroit circonſcrit, rondiſſant un peu l'avant pour former l'étrave : cette addition tient dans le vent, fait gouverner ; mais comme elle pourroit être ébranlée, même par cette effort avantageux, on en fait diſparoître l'angle mixtiligne par des courbes qui ſe raccordent à un certain point d'inflexion avec les ſections tranſverſales, circulaires de la carêne & avec ce plan ; ce qui l'arboute contre le corps du bâtiment.

Ceci donne une bonne idée de la figure des carênes.

Quant à leur conſtruction, une carcaſſe renverſée la repréſente aſſez bien ; l'épine du dos eſt la quille ; les côtes ſont les membres, mais qui giſſent dans des plans ; ces membres ſont recouverts extérieurement & intérieurement par un revêtement de planches ou bordages.

L'œuf, l'ellipſoïde donnent une idée, mais ce n'eſt qu'une idée ; cette figure ne fourniroit pas aſſez

de capacité, & la ſection horizontale elliptique ne procureroit pas aſſez de ſtabilité ; les formes de carène gardent un milieu entre celle de l'ellipſoïde & celle du parallélipipède circonſcrit.

Voilà où l'on a pu amener cette machine. Le ſavant, la conſidérant en géomètre & en phyſicien, a mis ſes différentes circonſtances en problèmes, a obtenu des ſolutions générales ſur chacune ; a réduit à des figures géométriques des formes qui ne peuvent l'être, pour établir des règles de tracé, ſervant à la conſtruction méthodique de l'œuvre, & à en perpétuer la mémoire, pour la reproduire telle qu'elle eſt, ſi elle en vaut la peine, ou la retravailler ſelon de meilleures vues.

Delà des progrès faciles dans cet art ; delà la faculté pour les nouveaux projets, de les aſſujettir aux calculs & de pouvoir répondre des qualités hydroſtatiques de la nouvelle conſtruction d'après ces calculs & non par conjectures comme pourroit le faire le ſimple artiſte.

Votre bâtiment ne porte pas la voile reproche-t-on à ce dernier : ne pouvant rendre raiſon de rien, il demeurera ſans replique.

Le géomètre pourra répondre que ſon bâtiment porte la voile comme tels autres reconnus ſtables :

cela d'après un calcul certain; alors il eſt évident que la plainte eſt ſans fondement, & prouve ſeulement que le plaignant a mal navigué.

Eſt-ce ce que l'on voit dans la conſtruction? pas encore entièrement; mais ce que l'on y verroit, je l'oſe dire, ſi j'avois pris la direction de l'école au moment que monſieur *Borda* en fut nommé Inſpecteur. Aujourd'hui je fais ce que je peux. Je mets ſur la voie. J'ouvre la carrière, en finiſſant la mienne.

NOTES.

NOTES.

(*a*) « *Rapport des Commiſſaires nommés par l'Académie des Sciences, pour examiner* l'Art du Conſtructeur.

Nous avons lu *l'Art du Conſtructeur des Bâtiments de Mer* (*), par M. *Vial du Clairbois*.

C'eſt un ouvrage de pratique, mais d'une pratique éclairée ; & la méthode qui y règne en doit faciliter l'intelligence.

La première Partie eſt conſacrée à définir les différents plans de Bâtiments, la manière de les dreſſer ſur devis, & réciproquement de relever le devis ſur ces plans; à expliquer le procédé du tracé en grand à la ſalle des gabarits, d'après ce devis, & la façon dont ſe font les gabarits ſur le tracé.

Dans la ſeconde, l'Auteur entre dans le détail de l'explication de toutes les pièces de charpente, de la façon de les travailler, de les aſſembler & lier entr'elles, pour en former les principales parties du Bâtiment, & enſuite de mettre ces grandes parties en place, de les y balancer, lier & revêtir; les procédés les plus délicats du Charpentier, comme la recherche des équerrages, des dévirages, n'y ſont point omis, non plus que le trait de l'accaſtillage, & la diſtribution des emménagements uniformes dans les Bâtiments de guerre. Le chevillage y eſt auſſi fort bien décrit. Toute cette ſeconde Partie & les dernières Sections de la première, offrent des objets neufs, & qui ne ſont traités nulle part.

La deſcription des cales de conſtruction, des opérations mécaniques des chantiers pour manœuvrer, mettre en haut les différents ſyſtèmes, tels que l'arcaſſe, les couples du lancement à l'eau, forme la première Section de la troiſième Partie : ce ſont encore des détails que l'on chercheroit vainement ailleurs. Dans la ſeconde, on donne une idée générale de toutes les eſpèces de Bâtiments, & on y traite de la principale matière de la conſtruction, le bois.

On trouve dans la quatrième Partie des méthodes de calcul pour le déplacement, la recherche du métacentre, du centre de gravité, fondé ſur des théories dont on s'abſtient de parler, & qui ne ſeroient pas placées dans cet Ouvrage. On y décrit l'échelle de ſolidité. On termine l'Ouvrage par un aperçu du problème concernant l'équilibre du Vaiſſeau entre toutes les forces auxquelles

(*) On n'appelle proprement vaiſſeau que les vaiſſeaux de ligne ; le terme *bâtiments de mer* eſt plus général.

il eſt ſoumis, mais pour la ſolution duquel le principal élément nous manque, une bonne théorie de la réſiſtance du fluide.

Nous eſtimons cet Ouvrage ſuſceptible d'entrer dans la collection des Traités ſur les Arts & Métiers que forme l'Académie ».

(*b*) « Les Officiers de la Marine, faits Enſeignes depuis 19 ans, ont-ils tous, en géométrie, l'habileté que peut faire ſuppoſer le ſuccès dans un examen, ſur les objets du cours de mathématique entre les mains des Gardes de la Marine? Si l'on pouvoit répondre négativement à cette queſtion, il faudroit croire que les perſonnes à la tête de l'inſtruction auroient été plus clairvoyantes que le bûcheron, qui coupoit d'un arbre la branche qui le ſupportoit. Je n'en entreprendrai pas la ſolution; voyez *Examen :* cependant je ſerai toujours perſuadé que le ſavoir en géométrie & en mécanique, ſi néceſſaire dans la marine, ne l'eſt pas généralement dans chaque individu qui la compoſe; qu'on peut être excellent officier de vaiſſeau, excellent général, ſans ſavoir de mathématique, & qu'il faudroit réſerver les études de cette ſcience pour les génies privilégiés qui annoncent des diſpoſitions à y réuſſir : après des examens, mais rigoureux & publics, on en formeroit un corps d'ingénieurs, dont les uns ſe tourneroient vers la conſtruction, les autres vers l'hydrographie, d'autres enfin vers les objets de mécanique des ports & des vaiſſeaux. Il faudroit, non pas compter les géomètres, mais les peſer; au lieu de faire perdre du temps ſur des livres aux ſujets qui n'ont pas de diſpoſitions à le devenir, exiger d'eux beaucoup de campagnes où ils ſe formeroient le coup-d'œil & le jugement; qualités précieuſes dans un matin, & que l'on ne peut ſe flatter de bien poſſéder, que lorſque l'habitude de la mer eſt devenue une ſeconde nature. Combien de ſignaux bien faits, mal vus, & ſans effet! ..... faute de coup-d'œil! combien d'abordages dans les évolutions, dans les manœuvres en flotte! .... faute de jugement, de ce jugement de l'habitude, qui fait, par exemple, qu'on porte les mains devant ſoi, lorſque l'on fait un faux pas, afin de ſe garantir dans ſa chute! de ce jugement qui n'attend pas la combinaiſon, ou plutôt la ſuite d'une combinaiſon naturelle qui s'opère dans un inſtant. Il ne faut pas forcer nature; il faut la connoître & l'aider : les ſujets pliés naturellement aux ſciences exactes, ne ſont pas en grand nombre; & en voulant forcer à l'étude de ces ſciences ceux qui n'y ont pas d'inclination, on court riſque d'éteindre leur imagination, ſans augmenter leur conception : au moins eſt-ce du temps & de la dépenſe de perdus ». (*Second Tome de l'Encyclopédie maritime, pag.* 138).

(*c*) « Toute cette maçonnerie dans le fond des baſſins, pratiquée pour diminuer l'épuiſement qui reſte à faire lorſque la mer ne s'en retire pas entièrement, & dans laquelle on ne laiſſe que des ovales, ayant du rapport

avec la figure des fonds des bâtiments, nuit quelquefois au mouvement des plus grands vaiſſeaux, comme nous l'avons obſervé plus haut en paſſant, parce que feu M. *Olivier* le père, qui les a déterminés, n'a eu en vue que la forme de ſes bâtiments ou de ceux qui ſe conſtruiſoient de ſon temps; on en a fait depuis avec beaucoup moins d'acculement de varangue. *La Bretagne*, excellent vaiſſeau à trois ponts, de M. *Groignard*, n'en a, ſur le plan, que quelques pouces, qu'elle perd encore lorſqu'elle eſt échouée : alors le bout de la varangue eſt plus bas que la rablure de la quille.

» Ce vaiſſeau eut un radoub conſidérable en 1776 & 1777, dans le baſſin n°. 1 : c'eſt à cette époque que je fuis entré dans le ſervice des conſtructions, & je fus attaché en ſecond à ce radoub. Le bâtiment fut en état de ſortir de la *forme* à la fin de mars; mais la mer rapportoit peu, & on n'eſpéroit qu'une hauteur d'eau bien juſte pour le faire flotter : au ſurplus, comme c'étoit une choſe juſqu'alors inouie, qu'un vaiſſeau flottant une fois dans le baſſin, n'en pût ſortir, on n'avoit pas la moindre inquiétude à ce ſujet; l'eſprit de combinaiſon, d'examen, d'obſervation, fit cependant naître en moi des craintes que tant de ſécurité ſur une matière auſſi importante, ne fût mal fondée & dangereuſe : j'avois bien dans la tête la figure du vaiſſeau & celle de la *forme* : c'eſt peut-être parce que ces objets étoient nouveaux pour moi, qu'ils m'occupoient davantage. Enfin, je me déterminai à mettre au jour un ſoupçon dont on commença par ſe moquer; ce qui prouve l'éloignement où l'on étoit de ſe douter que je puſſe avoir raiſon, & par conſéquent de faire la moindre attention à l'objet en queſtion. Sa conſéquence me fit inſiſter; je projetai le vertical du vaiſſeau ſur une ſection tranſverſale du baſſin, à l'endroit où les ovales étoient le plus reſſerrés (*fig.* 114.), & je démontrai par-là, avec la dernière évidence, qu'une hauteur d'eau juſte pour faire flotter le vaiſſeau, ne ſuffiroit pas pour le faire ſortir, à cauſe du grand plat & de la grande longueur de ſa varangue. Les ingénieurs ſe rendirent; on prit d'ailleurs des alignements qui confirmèrent le fait. L'ingénieur en chef fut en rendre compte au commandant, & j'avois ordre de ne pas faire ouvrir les portes : cependant il ſe trouva autour de lui tant d'incrédules ſur cette particularité, que je reçus contre-ordre, (ordre de faire ouvrir). On vouloit tenter fortune, diſoit-on; c'eſt-à-dire, qu'on regardoit notre obſervation comme une ſubtilité d'artiſte, à laquelle on n'auroit pas été fâché de donner le démenti. A l'heure de la pleine mer, il y eut la hauteur d'eau ſur laquelle on comptoit; le vaiſſeau flotta, & tout de ſuite on ſe mit à le haler dehors, avec des cris de *vive le roi*, qui annonçoient la victoire..... Oui, *vive le roi*, m'écriai-je; & le vaiſſeau va toucher! J'étois du côté de bâbord, auprès de M. *de Bougainville* & de quelques autres officiers. A peine eus-je fini ces mots, que le vaiſſeau s'arrêta. Comme on étoit prévenu, tout de ſuite on largua l'amarre debout, & on hala à revenir dans le baſſin. Avec tout cela on avoit joué gros jeu; le vaiſſeau tenoit

PL. XXXIX.

fort ; le palan frappé ſur le grélin caſſa ; la mer étoit preſque étale : cependant, comme elle monta encore un peu, on parvint à ramener le vaiſſeau à ſon poſte. Si on n'avoit pas été prévenu, pendant qu'on ſe ſeroit concerté ſur ce qu'il y avoit à faire dans un cas ſi nouveau, le bâtiment ſeroit reſté tout-à-fait, & ſe ſeroit crevé ſur les angles ſolides de l'ovale. Il n'y avoit que trois mois que j'étois dans le ſervice des conſtructions, quand j'en rendis un auſſi important, qui prouve que l'eſprit géométrique & obſervateur n'eſt pas auſſi mépriſable que quelques perſonnes veulent le croire ». (*Second Tome de l'Encyclopédie maritime, pages* 453 *&* 454.)

(*d*) « La *forme* du côté de Breſt, conſtruite en 1782 & 1783, par M. *Groignard*, n'offre rien de particulier que cinq pieds de plus de profondeur, comme nous l'avons dit au commencement de cet article : s'il y a d'ailleurs quelque différence dans les diſpoſitions des ovales, eſt-elle avantageuſe ? Les calfats s'en plaignent. Les façons de l'avant des gros vaiſſeaux ſe trouvent ſi reſſerrées dans l'extrémité d'un de ces ovales, que leur ſervice y eſt difficile, ſurtout celui de chauffer. Mais ce qui y reſte le plus à déſirer, ce ſeroit un encaiſſement en contre-bas du fond de la voûte renverſée. S'il ſe trouvoit quelque pièce de quille à changer à un bâtiment mis dans ce baſſin neuf, ou à le reprendre en ſous-œuvre pour quelque radoub que ce fût, il faudroit l'en ſortir pour le mettre dans un autre, ou l'abattre en carène.

» L'avantage de ce baſſin d'avoir cinq pieds plus de profondeur que les autres, ne peut être entièrement mis à profit, à cauſe de ſa fermeture. On en bouche l'entrée, en y échonant un bateau d'une figure telle, qu'il la ferme exactement : c'eſt auſſi de cette manière que ſe ferme le baſſin de Toulon. M. *Groignard* appelle ces bateaux, *bateaux-portes ;* mais ne nous occupons que de celui que nous avons ſous les yeux : on en voit le plan d'élévation dans la figure 115. Nous conſidérons ce plan comme fait ſuivant la longueur du bateau, parce qu'il repréſente ſes plus grandes dimenſions ; car d'ailleurs il figure l'ouverture de la *forme*, ſelon ſa largeur. Ce bateau a 11 pieds de largeur à ſes extrémités, tant en haut qu'en bas ; c'eſt-à-dire, qu'il a double étambot *a a'*, *b b'* ; double quille circulaire *a' b'*, à cette diſtance de 11 pieds : ces étambots & quilles entrent d'un pied dans des rainures d'autant, pratiquées dans la maçonnerie. La largeur du bateau au milieu, au plat bord, eſt de 20 pieds ; en ſorte qu'il a 4 pieds & demi de buſc dans cette partie, tant en dehors qu'en dedans de la *forme* : d'ailleurs, il a 26 pieds de creux du plat bord à la quille.

On voit que ces dimenſions-là & ſa figure ſont d'autant moins favorables à la ſtabilité, qu'il faut qu'il ait autant d'échantillon à-peu-près en haut qu'en bas, pour pouvoir réſiſter à la pouſſée de l'eau de mer haute, & qu'il ait des ponts, tant pour la liaiſon, que pour la commodité du ſervice.

Suivant le calcul que j'ai fait de ce bateau-porte, il pèſe 155 à 156 tonneaux ; & , à ce déplacement, il tireroit 11 pieds 6 pouces d'eau, s'il pouvoit s'y tenir droit ; mais dans cet état, la diſtance du métacentre au centre de gravité du déplacement, eſt de..... 1,94 pi.

La diſtance du centre de gravité du déplacement au plat-bord, eſt de..... 19,12

Donc le métacentre eſt au-deſſous du plat-bord de..... 17,18

Mais la diſtance du centre de gravité du ſyſtème de ce bateau, n'eſt en deſſous de ce même plat-bord, que de..... 12,76

Par conſéquent il s'en faut de 4 pieds $\frac{42}{100}$ qu'il ne ſoit même indifférent : c'eſt ce qui pouvoit être prévu.

Il faut donc mettre du leſt dans ce bateau ; ce qui en augmente le tirant d'eau : cependant il faut qu'il y ait cinq pieds d'eau ſous la quille, pour qu'on puiſſe le ſortir de ces rainures, parce qu'il faut ces cinq pieds pour gagner l'épaiſſeur des étambots, ſur le talus du revêtement de la porte. Dans le commencement de ſon ſervice, on ne le retiroit qu'à 19 pieds & demi : aujourd'hui il s'en va à 17 pieds 8 à 10 pouces, au moyen de l'attirail d'un ponton qui le ſoutient.

Il faut, au ſurplus, le temps de faire l'opération, & le moment de la haute mer ne ſeroit pas celui de l'entreprendre : ainſi il faut bien 19 pieds à ce baſſin-là, au moins (ce qui fait 14 pieds aux autres) pour en pouvoir faire uſage.

On pourroit gagner 2 à 3 pieds ſur cette hauteur d'eau, & s'éviter bien des embarras, ſoit en adaptant un ſouffiage au bateau de M. *Groignard*, ſoit en l'exécutant (ce qui ſeroit mieux) dans la conſtruction d'un nouveau bateau. Ce ſouffiage, tel qu'on le voit dans les figures 116 & 117, en en augmentant le déplacement, lui donneroit un aſſez grand plan de flottaiſon, & une ſtabilité conſidérable. Ledit ſouffiage porté à la hauteur néceſſaire, le bateau reprend ſa *forme* qui, à mon avis, eſt la plus légère, la plus économique & la plus ſolide qu'on lui puiſſe donner. Le gros trait *a' b'* marque la flottaiſon du bateau ainſi ſoufflé, qui alors ne tire que 10 pieds 5 à 6 pouces d'eau (*). Au-deſſus de la flottaiſon ou du ſouffiage, eſt un carreau ou une préceinte de 18 pouces de hauteur, que l'on ne pourroit ſubmerger qu'avec 40 tonneaux de leſt. Lorſqu'il ſeroit queſtion de fermer le baſſin, le bateau préſenté à ſes rainures, je ferois paſſer dedans 20 tonneaux en eau de mer, en en ouvrant les robinets, pour, en cas qu'il échouerroit mal, avoir la reſſource de pouvoir l'alléger avec des pompes à chapelets ; & d'ailleurs je le

(*) Depuis cet article fait, j'ai exécuté un modèle d'après ce plan : il ne tire pas l'équivalent de 10 pieds ; & avec 50 tonneaux ſur ſon pont, il a encore de la ſtabilité. Il eſt à la ſalle des modèles à Breſt.

laiſſerois baiſſer avec le juſan, ſans me preſſer de le faire caler avec du leſt de fer, qui ébranle toujours la machine en le jetant précipitamment à bord. Ce bateau, au ſurplus, qui ne diffère de celui qui exiſte que par les fonds, ſeroit facile à lier dans cette partie par des baux allant d'un bord à l'autre, à chaque couple de levée, entaillés avec la membrure du bateau & celle du ſoufflage, dont l'intérieur d'ailleurs communiqueroit avec l'intérieur du bateau, à moins qu'il ne fût adapté à celui actuel : mais il n'auroit jamais un auſſi bon effet que dans une nouvelle conſtruction.

L'inſpection des figures ſuffit pour faire concevoir cette idée à toute perſonne habituée à voir des plans de vaiſſeaux : ce bateau peſeroit alors 200 & quelques tonneaux ; il caleroit de 10 pieds 5 à 6 pouces. La diſtance de ſon centre de gravité de déplacement au métacentre, ſeroit de..... 10,84 pi.

La diſtance du centre de gravité du déplacement au plat-bord, ſeroit de..... 18,6

Donc la diſtance du métacentre au plat-bord ſeroit de..... 7,76

La diſtance du centre de gravité du ſyſtème au plat-bord, ſeroit de..... 13,82

Par conſéquent le métacentre eſt au-deſſus de ce centre de gravité, de 6 pieds $\frac{6}{100}$: ce qui donne une ſtabilité très-conſidérable.

Au ſurplus, cette manière de fermer le baſſin n'eſt peut-être pas la plus ſimple qu'on eût pu imaginer ; il eſt vrai qu'on n'y peut pas employer des ventaux qui tournent ſur des gonds, quand ce ne ſeroit que parce qu'il y a toujours de l'eau au fond : mais qui empêcheroit d'avoir toujours un ſeul ventail, bien buſqué, bien ſolidement conſtruit, ſuſpendu verticalement à un ponton gabarié convenablement dans l'extrémité qui le porteroit ? On l'ameneroit à l'ouverture du baſſin qui, au lieu d'avoir des rainures, auroit ſeulement une eſpèce de heurtoir prolongé juſqu'au ſommier du revêtement. Le ventail rendu à toucher le heurtoir, la mer ſe retirant, il échoueroit ; ſes amarrages ſur le ponton molliroient ; & étant arrêté par le dedans, on largueroit leſdites amarres. Un officier d'un mérite diſtingué m'a dit que cette ſorte de fermeture exiſte dans quelques arſenaux du Nord ». (*Second Tome de l'Encyclopédie maritime, pages 454 & 455.*)

(*e*) « L'exécution littérale & ſoignée de cette ordonnance, paroît nous promettre de véritables ingénieurs de vaiſſeaux. Mais n'y a-t-il pas toujours manqué un point eſſentiel ; c'eſt-à-dire, un directeur d'étude, abſolument propre à la choſe, & en état de faire faire les applications demandées par l'ordonnance, & qui cependant n'ont jamais été exigées ? Feu M. *Duhamel*, inſpecteur-général de la marine, ſe trouva naturellement porté à cet emploi ; il avoit ſuivi la partie de la conſtruction comme beaucoup d'autres de la marine ; il en avoit fait un traité : c'étoit un titre : cependant ſon traité, ſes propres connoiſſances en théorie, trop élémentaires ; ſes connoiſſances-

pratiques du navire, de l'arrimage, du gréement, trop peu approfondies dans les détails; enſuite ſon grand âge, ont été cauſe que ce paſſage de la théorie à la pratique a été négligé. Si la reconnoiſſance que le gouvernement devoit au ſervice de M. *Duhamel*, n'a pas permis de lui donner le déſagrément de mettre, de ſon vivant, à cette place, quelqu'un qui y convînt, la perte qu'on a faite de cet académicien célèbre, mais dont les études s'étoient portées plus ſur la phyſique & l'hiſtoire naturelle, que ſur les mathématiques: cette perte laiſſe la liberté d'un bon choix. Il eſt queſtion d'avoir des ingénieurs conſtructeurs, ou de n'en avoir pas. Des études qui ne ſeront pas dirigées vers la choſe, deviendront des études inutiles: pour cette direction & cette liaiſon, il faut, dans le directeur, des connoiſſances très-approfondies en théorie, d'un très-grand détail pour ce qui concerne la pratique. Il ne faut pas un aveugle dans les ſciences pour conduire des jeunes gens déjà éclairés, & il faut dans l'homme de ſavoir une connoiſſance parfaite du navire armé, juſque dans les plus petits détails: coque de vaiſſeau, mâture, gréement, leſt, artillerie, munitions de guerre & de bouche, &c. Il faut connoître tous ces objets, & juſqu'à la dernière poulie, tant à l'égard de leurs dimenſions que de leur peſanteur ſpécifique & de leur déplacement: ſans cela aucun moyen de déterminer le centre de gravité de ſyſtème: aucun moyen de déterminer la ſtabilité, même hydroſtatique. On voit dans nos plans une détermination de métacentre & de centre de gravité de déplacement: ces calculs ne ſont pas longs, & on les fait; mais c'eſt un leurre; ils ne mènent abſolument à rien. Le calcul du centre de gravité de ſyſtème eſt long: au ſurplus, ſans autre difficulté que celle d'une connoiſſance parfaite de tous les objets ſur leſquels il faut opérer; & peu d'élèves, ſans être dirigés dans leurs recherches, ſeront en état de ſe les procurer. Ce n'eſt pas un maître qu'il leur faut pour les inſtruire dans ce détail, on n'en trouveroit pas à prix d'argent: ce ſeroit la beſogne d'un ingénieur, qui leur indiqueroit les ſources où ils doivent puiſer les éléments de leurs calculs, qui leur en feroit dreſſer des eſpèces de tables, & qui, en leur faiſant mettre de l'ordre dans ce travail, leur en abrégeroit en partie la longueur, & leur en épargneroit le dégoût.

Cependant on ſemble ne faire que tourner autour d'un point ſi facile à ſaiſir. Lorſque les élèves ont fait avec ſuccès leurs études, il faut les conduire à la choſe. Qui ſe chargera de cette direction? Sera ce l'homme purement de ſavoir? où les conduira-t-il? Sera-ce l'homme purement de pratique? où les prendra-t-il? Il y a un lieu de départ & un lieu d'arrivée, qu'il faut, en bon pilote, bien exactement connoître: ce pilote ſeroit un ingénieur; par cet arrangement, l'objet de la diſcipline ſeroit auſſi rempli: car ces *écoles* de conſtruction de vaiſſeaux, où il ſemble ne rien manquer qu'un maître d'architecture navale, offrent d'ailleurs l'objet aſſez bizarre d'un corps ſans chef. Par la crainte d'un fantôme, on peut mener des enfants, mais non pas des

jeunes gens depuis long-temps hors de page, & qui ont ſervi pendant pluſieurs années ſous les ordres d'officiers de la marine & du génie ». (*Second Tome de l'Encyclopédie maritime, pages* 138-139.)

(*f*) Ce ſeroit peut-être ainſi qu'il faudroit ſurprendre l'éloignement de l'artiſan pour l'emploi des nouvelles meſures. Preſſé du beſoin de ſe procurer ſa ſubſiſtance par un travail manuel, s'il a appris les calculs néceſſaires dans ſon état, c'eſt à peine, & c'eſt le plus haut degré de l'inſtruction de ſon enfance : d'ailleurs il n'a pas de fonds ; il n'a que des méthodes : recommencer un travail d'école dans un âge mûr, au milieu d'occupations qui demandent tout ſon temps, c'eſt à quoi il eſt naturel qu'il ait une répugnance invincible. L'intelligence des rapports lui eſt pareillement impoſſible.

Cependant l'établiſſement de ces nouvelles meſures préſente des avantages inexprimables, quoique peu ſentis par les perſonnes qui n'ont pas le goût ou le temps de la réflexion.

Que faire ? J'aurois biaiſé ; j'aurois préſenté, au lieu du pied de roi, une meſure de trois décimètres que j'aurois appelée le *pied métrique*. Le légiſlateur a jugé néceſſaire d'établir le double litre, le demi-litre, &c. On peut pareillement établir le triple décimètre : il ſeroit plus commode pour beaucoup d'objets ; par exemple pour la meſure des bois, où, en employant le mètre cube pour unité, la cubature de la plupart des pièces eſt exprimée en fractions : cependant le décimètre auroit ſouvent l'inconvénient contraire.

Préſentant donc le pied métrique de trois décimètres, diviſé en dix pouces de trois centimètres, le pouce en dix lignes de trois millimètres, (car il faut abſolument faire prendre la diviſion décimale), on effarouche moins l'ouvrier : il s'y reconnoît à-peu-près. On lui enſeigne facilement que pour retrouver les prix par pied de roi, pour ſon pied métrique, il faut multiplier leſdits prix à l'égard :

Du pied courant par 0,924 : exactement 0,923532 (Log. $\bar{1}$,9645249.)
Du pied carré par 0,853 : exactement 0,852136. (Log. $\bar{1}$,9309050.)
Du pied cube par 0,788 ; exactement 0,787694. (Log. $\bar{1}$,8963375.)

Que le multiplicateur, pour réduire une quantité de pieds de roi en pieds métriques, eſt à l'égard :

Du pied courant, 1,083, exactement 1,082798. (Log. 0,0345474.)
Du pied carré, 1,172 ; exactement 1,17245. (Log. 0,0690950.)
Du pied cube, 1,27 ; exactement 1,26953. (Log. 0,1036430.)

Que les multiplicateurs, pour réduire une quantité de pieds métriques en pieds de roi, ſont les mêmes que ceux pour réduire le prix du pied de roi à celui du pied métrique.

Quant aux chefs de travaux, entrepreneurs, artiſtes, comptables, ils voient d'un coup-d'œil que pour revenir de l'unité du pied métrique à l'unité métrique

trique, il faut multiplier la quantité de pieds courans par $\frac{1}{10}$, ou multiplier par 3, & trancher une figure de plus.

De pieds carrés, par $\frac{9}{100}$, ou multiplier par 9, & trancher deux figures.

De pieds cubes, par $\frac{27}{1000}$, ou multiplier par 27, & trancher trois figures.

Et de même pour les prix. Ayant celui du mètre, on ſe procure celui du pied métrique par une ſemblable opération. Le pied cube de roi étant à 3^f, le mètre cube ſera à $29,173852. \times 3 = 87,521556$ & $87,521566 \times \frac{27}{1000} = 2^f,363082$. Or $3^f \times 0,787694$ (facteur donné ci-deſſus) $= 2^f,363082$.

Ayant au contraire le prix du pied métrique, on aura celui du mètre par l'opération inverſe : ce prix étant pour le pied métrique cube de $2^f,363082$, celui du mètre ſera $2,363082 \times \frac{1000}{27} = \frac{2363082}{27} = 87,521555$.

(g) *De l'Inſtruction publique maritime.*

LA navigation eſt entièrement ART ; rien n'y eſt ſimple, rien n'y eſt naturel ; l'homme même qui la pratique eſt un homme travaillé par l'uſage de la mer.

Auſſi la guerre de mer n'eſt-elle pas une guerre ordinaire, où ſeulement l'art ajoute plus ou moins de moyens : c'eſt tout une guerre de machines.

Art merveilleux dans les préparatifs, dans les moyens de les opérer & de les conſerver ; art non moins admirable dans la direction & l'emploi des objets préparés, ſoit pour leur uſage eſſentiel (le commerce maritime), ſoit pour leur uſage de protection nationale (la force navale).

La ſcience, fille du génie & de la réflexion, produit elle-même, du fait de ces arts, un faiſceau de lumière où ils marchent à grands pas. N'oublions pas cette génération, cette alliance ; que la ſcience ne rougiſſe pas de ſon union à l'art ; ſans lui elle ſeroit ſtérile : que l'art reſpecte ſa noble moitié : il en tient une deſcendance qui fait ſon luſtre, ſa gloire & les rapides progrès de ſa fortune : qu'il laiſſe à la main oiſive le geſte qui repouſſe la clarté ; l'obſcurité eſt faite pour elle, pour enſevelir ſon inutilité ; elle n'a rien de commun avec ſon bras nerveux à qui la philoſophie ſourit lorſqu'elle n'enviſage qu'avec un dégoût inſurmontable le ſtupide fainéant.

Il faut donc admettre cette ſcience ſi utilement féconde au milieu des travaux de la marine ; qu'elle y inſpire l'amour dont elle eſt ſi digne, & qu'elle y tende la main à l'artiſte recommandable, par ſes veilles, pour le ſervice de ſon pays.

Cependant nous dirons, quittant le ſtyle figuré, que les ſciences phyſico-mathématiques, ſi néceſſaires dans la marine, ne ſont pas indiſpenſables, au même degré, pour tous les individus deſtinés à en diriger les différentes parties.

Une ordonnance de Louis XV obligeoit, pour être promu au grade

d'enſeigne, les gardes-marines, qu'il faiſoit inſtruire à grands frais, à un examen ſur le cours de *Bézout*.

Cette diſpoſition & ce qu'on a vu amènent une queſtion : les officiers de la marine, faits enſeignes pendant vingt-cinq ans qu'elle a été en vigueur, avoient-ils tous en géométrie l'habileté que peut faire ſuppoſer le ſuccès dans cet examen ? Si l'on y pouvoit répondre négativement, il faudroit croire que les perſonnes à la tête de l'inſtruction auroient été plus clairvoyantes que ce bûcheron, qui coupoit d'un arbre la branche qui le ſupportoit.

Il y a de l'inconvénient à exiger des ſujets au-delà de ce qui leur eſt poſſible : néceſſairement cela cauſe du relâchement qui peut les laiſſer bien au-delà des bornes où ils pourroient atteindre. Nous poſons en fait que tous les jeunes gens, quelques-uns propres à devenir d'excellents chefs à la mer, ne ſont pas ſuſceptibles de l'eſprit d'abſtraction néceſſaire pour faire des progrès dans les ſciences exactes. Si l'on nous accorde cette propoſition, qu'on y compare cependant l'aſſujettiſſement à l'examen ſur la géométrie tranſcendante, pour parvenir à être fait officier : quelle ſera la concluſion ? On ſe privera de bons officiers, ou on ſe relâchera de la rigueur des lois ; & dans ce cas à quel point ? ..... De là l'arbitraire ; de là on voit des ſavans ſelon la forme, ignorants au fond : indulgence coupable de l'examinateur qui a cru pouvoir ſe prêter à la néceſſité. Avec la communication des arguments, ſi nous pouvons nous exprimer ainſi, & de la mémoire, on peut avec très-peu de fonds, ſoutenir, même publiquement, l'examen d'un ſeul d'une manière diſtinguée.

Il faut néanmoins, nous le répétons, de la ſcience dans la marine, il en faut abſolument ; & c'eſt parce qu'il en faut abſolument, que nous la reſſerrons dans un certain nombre d'individus qui y ſoient propres. Mais auſſi nous demandons à leur égard des examens ſur les mathématiques de toute rigueur, & pour cela, qu'ils ſoient publics & faits au milieu de la capitale, que tous les aſſiſtans aient le droit de faire des queſtions aux candidats, à moins que le profeſſeur & l'examinateur particulier qui ſeroient auprès de lui, ne trouvaſſent qu'elles fuſſent hors de ſaiſon ou mal poſées, ce qu'ils ſeroient voir honnêtement.

Cependant la timidité, défaut aſſez commun parmi les perſonnes qui cultivent les ſciences abſtraites, parce qu'il ſe contracte communément dans le cabinet, pouvant ôter au ſujet la préſence d'eſprit néceſſaire pour ſatisfaire à des queſtions ſerrées & tranſcendantes, puiſqu'on en a vu mal répondre, ſachant bien, comme on en a vu bien répondre, ne ſachant rien ; nous voudrions leur procurer, dans le lieu de l'examen, un cabinet de retraite dans un local bien connu de tout le monde pour n'avoir aucune communication au-dehors, où ils pourroient paſſer pour ſe recorder & préparer leur réponſe à tête repoſée. En leur procurant cette facilité, d'un autre côté nous employerions toutes ſortes de moyens pour reconnoître s'ils ſont ferrés, qu'on nous

passe ce terme de l'école : & pour cela, nous voudrions que l'examen durât plusieurs jours, qu'il fut annoncé à l'avance ; & nous serions d'avis qu'on accordât quelque prix au particulier qui démonteroit un élève sur la matière pour laquelle il se seroit présenté. De cette manière l'on auroit, nous nous l'imaginons, des gens d'un véritable savoir ; ils se tourneroient du côté de l'astronomie nautique, de l'hydrographie, de l'artillerie, des constructions & fortifications de mer & de terre ; ils iroient plus ou moins à la mer, selon le besoin de leur service, & premièrement sur des corvettes destinées à l'instruction-pratique, ainsi que les élèves d'une moindre instruction théorique, & seroient des officiers de la marine dont le capital seroit le génie.

Nous divisons les connoissances de marine en celles de théorie & celles de pratique, & celles-là dont il est d'abord question, en trois degrés, qui produiront trois classes d'officiers.

L'inscription maritime, l'arbre de la marine individuelle, pousse une branche pour le commandement, dont le germe particulier ne doit être que les talents & les connoissances ; il faut qu'ils soient diversifiés & gradués suivant le but.

Il convient de laisser à l'armateur autant de latitude pour le choix des hommes à qui il confie un grand intérêt, que l'intérêt public peut le permettre. Le négociant, pour commander ses navires, demande plus, pour la plupart des navigations, dans l'homme qu'il y veut destiner, des connoissances commerciales, que de la science dans la marine. Mais, d'un autre côté, le salut des marins ou soldats de mer, (car tout marin est soldat bien plus que les autres citoyens) ; le salut des marins, dis-je, est entre ses mains ; elles ne doivent pas être mal habiles. D'ailleurs, destinés, dans les cas urgents où la marine de l'état est obligée de faire des levées, à remplir sur ses bâtiments des emplois d'officiers, au moins dans les grades inférieurs, il ne peut, par cela encore, être dépourvu de connoissances : nous nous bornerons cependant, pour garder un milieu, à demander d'eux, pour celles à acquérir aux écoles, l'art de la navigation ou du pilotage, fondé sur des définitions géométriques, tel qu'il est présenté dans le *Traité de Navigation de* Bouguer, *revu par* la Caille.

Une grande pratique, de longs & bons services sur les vaisseaux de la république, pourront, en temps de guerre, conduire à tout dans la marine militaire, les marins qui auront ces simples connoissances de théorie. Mais en temps de paix, il faut resserrer la porte d'entrée aux emplois dans cette marine ; & s'il n'est plus question d'en ouvrir la barrière seulement à la condition, il faut au moins que quelques talents en procurent le passage : sans cela tous voudroient y commander, & personne n'y voudroit obéir. Les campagnes de stations, qui laissent tant de loisir, seroient inutiles aux progrès de l'art par l'ignorance des chefs ; celles d'évolutions seroient infiniment moins fructueuses. Nous étendons donc le genre de théorie pour être admis en temps de paix, en qualité d'officier sur les vaisseaux de la république, à l'arithmétique démontrée,

la géométrie, la trigonométrie rectiligne & ſphérique, le pilotage raiſonné & fondé ſur ces ſciences, la ſtatique.

Cette inſtruction eſt bornée, autant qu'il eſt poſſible pour s'accommoder, à la rareté des genies qui ſe complaiſent dans les abſtractions, utiles, au ſurplus, ſeulement lorſqu'ils veulent bien en ſortir & s'humaniſer, ce qui n'arrive pas toujours.

Il en faut cependant auſſi dans la marine de ces ſortes d'hommes de génie, devenus habiles dans la géométrie tranſcendante, les ſciences phyſico-mathématiques, la chymie, qui, forts, bien conſtitués, aimant les arts, puiſſent & ſachent ſe mêler parmi eux; & ils y trouveront matières à obſervations, à expériences, propres à leur procurer des données ſuſceptibles de faire l'objet de leurs calculs.

Ils y trouveront la conſtruction encore dans une eſpèce d'enfance relativement à l'hydrodinamique : mais ils y rencontreront toutes ſortes de moyens de faire de bonnes expériences, & en grand, ſur la réſiſtance des fluides, élément auſſi eſſentiel qu'encore ſecret, pour donner la qualité de la marche aux bâtiments, avec connoiſſance de cauſe.

Sans ceſſe, dans les voyages de long cours, des inſtruments d'obſervations entre les mains, ſoit ſur mer, pour déterminer le point; ſoit ſur terre, pour rectifier les cartes & plans de marine; l'optique leur fournira les moyens de les perfectionner.

Dans les conſtructions hardies en maçonnerie, telles que plate-forme, de machine à mâter, voûtes reverſées, &c. le calcul de la pouſſée des terres, de la preſſion des eaux, les conduira à employer des forces de réſiſtance ſuffiſantes, & à n'en pas employer de ſuperflues.

Pour l'emploi des projectiles, la réſiſtance des milieux donne encore matière au calcul différentiel.

Nous ne parlons ici que des objets à perfectionner par le calcul infinitéſimal; le ſecond degré d'inſtruction exigé de tous les officiers ſuffit :

1°. A l'égard du navire même, pour en calculer la ſtabilité, & dans tous les degrés d'inclinaiſon, afin d'aſſurer & de faciliter les abattages en carène, de faire une ſage diſtribution des poids dans ſon armement, de manière à ce qu'il porte bien la voile, & cependant ne revienne pas avec trop de vivacité au roulis, au tangage; pour en calculer la peſanteur abſolue, afin d'en connoître à l'avance le déplacement & le tirant d'eau, afin de connoître, en cas d'échouage, les moyens néceſſaires pour le relever.

2°. A l'égard de la navigation, pour faire toutes les obſervations & calculs néceſſaires, afin de déterminer les latitudes & longitudes par mer & par terre; par-là déterminer le point ſur mer; ſur terre, rectifier les cartes; pour lever le plan des ports, rades, des ſinuoſités des côtes, rivières; pour placer exactement les ſondes, déterminer la direction des courants. Ces deux derniers

objets devroient être l'exercice conſtant d'un bon officier de port, parce que les ſondes changent, les courants varient.

3°. Quant à ce qui regarde les bâtiſſes de terre, pour prendre des connoiſſances de l'architecture, de la fortification, de la coupe du trait : ſi ces arts paroiſſent étrangers au marin, ce n'eſt qu'au premier aſpect ; car ſi l'on conſidère qu'il eſt la moitié de ſa vie loin du ſecours des arts de l'Europe, on reconnoîtra que ſouvent il faut qu'il ſoit tout pour le ſervice de ſon pays : d'ailleurs, poſſédant les connoiſſances de la géométrie élémentaire, ce n'en ſont que des objets d'une application facile & digne d'exciter la curioſité de l'homme de ſavoir.

4°. Quant à ce qui a trait à l'artillerie, pour prendre connoiſſance de toutes ſes conſtructions, de tous ſes travaux, de toutes ſes manœuvres & exercices.

La conſidération du phyſique des végétaux, des métaux, des minéraux, bois, chanvre, fer, cuivre, corroyes, poudres, artifices, doit être éclairée par l'hiſtoire naturelle & la chymie; & ſi les études qui les concernent ne ſont pas de rigueur, elles doivent être facilitées.

Il en pourroit être de même de l'étude des langues des nations maritimes.

Pour porter dans la marine les connoiſſances au point où nous le déſirons, il faut beaucoup & de bons profeſſeurs ; les gens ſtudieux, déformais, au lieu de diriger leurs travaux vers les langues mortes, pourront s'attacher aux ſciences exactes, lorſqu'ils y verront un but d'utilité plus prochain pour la choſe publique & eux-mêmes. Les écoles maritimes ſans doute nous en fourniront parmi les individus que leur inclination & la délicateſſe de leur conſtitution éloigneroient du ſervice de la mer : mais il en faut faire d'abord le premier établiſſement.

Il n'eſt pas à préſumer qu'il ſoit tout de ſuite au degré où nous le ſouhaiterions; il faudra commencer par employer, autant qu'il ſera poſſible, les maîtres qui exiſtent, qui peuvent, dans le premier degré d'inſtruction, n'être pas auſſi habiles qu'il ſeroit à déſirer; mais l'humanité commande. Ainſi les examinateurs d'hydrographie ſe borneroient pour le préſent, dans leurs tournées, à ſuivre pluſieurs des leçons que donnent les anciens maîtres de pilotage dont le ſavoir leur ſeroit ſuſpect. S'ils ſe trouvoient abſolument incapables d'inſtruire, il faudroit bien qu'ils en rendiſſent compte au gouvernement, qui prendroit le parti que ſa ſageſſe & la juſtice lui ſuggéreroient ; les autres continueroient d'être employés.

Mais pour les remplacements, il faudroit exiger des profeſſeurs un degré de connoiſſances au-deſſus de celles qu'ils doivent procurer ; c'eſt-à-dire, du maître de pilotage, les connoiſſances de la géométrie élémentaire; du profeſſeur de géométrie élémentaire, celles de la géométrie tranſcendante.

Comme les élèves témoignant des diſpoſitions, pourroient paſſer d'une école à celle d'un degré ſupérieur, d'après le compte qu'en rendroit leur maître à

l'examinateur, qui s'en assureroit par lui-même pour les noter au gouvernement, cela pourroit déterminer l'avancement des professeurs ; & lors de la vacance, d'une place de professeurs dans une école d'un degré supérieur ; celui de l'école inférieure qui auroit produit plus de sujets propres à être admis dans cette école supérieure, auroit cette place de droit, toutefois avec le degré de connoissances pour lui-même, qui l'en rendroit susceptible.

Les officiers sortis de l'école supérieure, que nous appelons officiers-ingénieurs, seroient assujettis au même mode d'avancement que leurs camarades ; à mérite d'ailleurs égal, ils pourroient avoir de préférence les places de choix. Mais, pour leur donner un véhicule, il faudroit leur accorder généralement une paye supérieure, ne fût-ce que d'un dixième en sus.

Et pour reconnoître les peines, les soins des professeurs de l'école supérieure, pour leur servir d'un encouragement naturel & tiré du fond de la chose, il seroit bon de faire une retenue, par exemple, d'un centième sur les appointemens de chaque officier-ingénieur, au profit du professeur de l'école supérieure qui l'auroit instruit. C'est un service paternel reconnu par la piété filiale, & proportionné au degré d'obligation.

Ces dispositions ameneront quelques changements dans l'organisation actuelle de la marine, & celle des écoles de construction, qui, au surplus, doivent subsister telles qu'elles sont décrétées, jusqu'à ce que le temps ait pu procurer des sujets pour l'école de Paris, & l'école de Paris des sujets pour le génie de la marine.

D'après ces considérations, les comités réunis de salut public, de marine & des colonies, & d'instruction publique, proposent à la convention le décret suivant.

« La convention nationale, après avoir entendu ses comités réunis de salut public, de marine & des colonies, & d'instruction publique, décrète :

ARTICLE PREMIER.

Il y aura une instruction publique maritime aux frais de l'état.

ART. II.

Les connoissances y seront divisées en objets de théorie & en objets de pratique.

TITRE PREMIER.

ART. III.

Les connoissances de théorie seront divisées en trois degrés, pour lesquels il y aura trois sortes d'écoles, écoles primaires, écoles secondaires, écoles supérieures.

ART. IV.

Les écoles primaires seront établies dans chacun des ports où il s'arme des navires pour les voyages de long cours & le grand cabotage, & dont l'état est

annexé au préſent décret. Il y ſera enſeigné l'art de la navigation ou du pilotage, fondé ſur des définitions géométriques, tel qu'il eſt préſenté dans le traité de navigation de *Bouguer*, revu par la *Caille*.

ART. V.

Les écoles ſecondaires ſeront établies dans le port le plus conſidérable de chaque département qui a une liſière bornée par la mer, & ſuivant l'état annexé au préſent décret : il y ſera enſeigné l'arithmétique démontrée, les éléments de géométrie, la trigonométrie rectiligne & ſphérique, le pilotage raiſonné & fondé ſur ces ſciences, d'après le cours de *Bézout*; la ſtatique de *Monge*.

ART. VI.

L'école ſupérieure ſera établie à Paris; il y ſera enſeigné, indépendamment des parties mentionnées en l'art. V, le calcul différentiel & intégral, les mécaniques, ſuivant le même cours de *Bézout*, & y compris ce qui eſt imprimé en petits caractères, tant dans le Cours que dans le Traité de Navigation : on y fera faire aux élèves des applications de ces ſciences aux conſtructions de vaiſſeaux, à l'architecture, à l'artillerie, à l'aſtronomie nautique; on les y exercera ſur tous les calculs qui intéreſſent l'hydroſtatique, ſur la coupe du trait, ainſi qu'aux obſervations aſtronomiques; on y montrera le deſſin, particulièrement celui des plans de vaiſſeaux & de l'architecture militaire & civile.

ART. VII.

Examens.

Pour parvenir aux places de profeſſeurs & aux emplois d'officiers de la marine, les candidats ſubiront un examen.

ART. VIII.

Des examens pour les places de profeſſeurs.

Les citoyens qui prétendront à une place de profeſſeur d'école maritime primaire ſe préſenteront à l'examen de l'examinateur hydrographe lors de ſa tournée; ils ſeront tenus d'y répondre ſur tous les objets compris dans l'article 5, en préſence de la municipalité du lieu, qui tiendra procès-verbal de cet examen; les perſonnes inſtruites de la commune y ſeront invitées; chacun pourra interroger le candidat pendant deux heures que tiendra la ſéance, & le candidat ſera tenu de répondre à leurs queſtions à moins qu'elles ne fuſſent hors de ſaiſon ou mal poſées, ce que l'examinateur fera voir avec honnêteté. L'examinateur lui donnera un certificat de ſuccès s'il y a lieu, qui joint à celui de bonne vie & mœurs à lui expédié par la municipalité lui fera un titre pour obtenir une place de profeſſeur.

ART. IX.

Les citoyens qui prétendront à une place de profeſſeur d'école maritime ſecondaire ſe préſenteront à l'examen de l'examinateur des élèves de la

marine, dans celui des ports où il y a école ſecondaire le plus à leur portée; ils ſeront tenus d'y répondre ſur toutes les parties du cours de *Bézout* y compris ſon traité de navigation & ce qui eſt imprimé en petits caractères: ce dans une des ſalles du diſtrict en préſence des adminiſtrateurs, des officiers municipaux & de l'état-major de la marine, s'il y en a. L'agent national du diſtrict tiendra procès-verbal de cet examen, qui ſera ſigné de tous les citoyens qui y auront été appelés de droit. Les officiers & perſonnes inſtruites de la commune y ſeront invités. Chacun pourra interroger le candidat comme il eſt dit en l'article 8, mais ſur toutes les matières qui ſont l'objet de l'examen. Le certificat de ſuccès & celui de bonne vie & mœurs de ſa commune lui feront un titre pour obtenir une place de profeſſeur de mathématiques dans les écoles ſecondaires.

ART. X.

Les citoyens qui prétendront à une place de profeſſeur dans l'école maritime ſupérieure établie à Paris, ſe préſenteront en cette ville à l'examen de l'examinateur des élèves de la marine, au temps qui aura été déterminé pour faire un examen deſdits élèves. Ils ſeront tenus d'y répondre pareillement ſur les matières mentionnées dans l'article 9, mais ſans héſiter; dans un langage pur, en termes propres & précis. Ce dans une des ſalles de l'école, en préſence de députés du gouvernement, du commiſſaire & de l'inſpecteur de marine, de l'ingénieur-directeur des études. Le ſecrétaire garde des archives de l'école tiendra procès-verbal de cet examen qui ſera ſigné de tous les citoyens qui y auront été appelés de droit. Les citoyens de la capitale ſeront prévenus de cet examen par des placards affichés pluſieurs jours à l'avance. Chacun pourra interroger le candidat comme il eſt dit dans les articles 8 & 9. Le certificat du ſuccès & celui de bonne vie & mœurs de ſa commune lui formeront un titre pour obtenir une place de profeſſeur de mathématiques dans l'école maritime ſupérieure établie à Paris.

ART. XI.

Les examinateurs enverront à la commiſſion de marine & des colonies des doubles des certificats de ſuccès qu'ils auront expédiés pour ſervir à porter ſur un regiſtre d'inſcription tenu dans ſes bureaux par ordre de dates, les noms & demeures des candidats avec les notes ſur le plus ou moins d'habileté qu'ils auront témoignée, que les examinateurs pourront adreſſer ſéparément.

ART. XII.

Ces regiſtres ſeront conſultés lors de la vacance des places; il en ſera donnée une à l'ancienneté d'enregiſtrement, l'autre au choix de la commiſſion qui prendra l'avis, ſur ce ſujet, de l'inſpecteur & du directeur d'étude, lequel choix ſera déterminé particulièrement d'après les notes favorables de l'examinateur; la troiſième place ſera donnée de nouveau à l'ancienneté & ainſi ſucceſſivement. On prendra toujours dans les plus ſavants, autant qu'il s'en trouvera qui

qui ſeront diſpoſés à prendre des écoles d'un degré au-deſſous de celles où pourroient les porter leurs connoiſſances, ce qu'ils manifeſteront à l'avance pour qu'il en ſoit tenu note.

ART. XIII.

Cependant les profeſſeurs en pieds, reconnus d'après l'examen ſuſceptibles par leurs connoiſſances d'occuper une place dans une école ſupérieure à celle où ils ſont employés, y paſſeront de préférence & de droit. On choiſira parmi eux, ceux qui auront formé le plus d'élèves qui auront paſſé eux-mêmes dans une école ſupérieure comme on le verra ci-après.

ART. XIV.

Les examinateurs hydrographes s'aſſureront dans leurs tournées, de la capacité des profeſſeurs d'hydrographie actuellement exerçants. Pour cela ils aſſiſteront aux leçons de ceux dont ils auroient lieu de ſoupçonner l'ignorance. S'ils bornent leurs connoiſſances au premier degré d'inſtruction mentionné en l'article 4, ils ſeront cependant conſervés en place, remettant au temps de leur remplacement à faire un choix plus conforme à la loi. Ceux qui ſeront abſolument incapables, ſeront remplacés de la manière preſcrite par la loi, ſauf à leur accorder une retraite s'ils en ſont ſuſceptibles.

ART. XV.

De l'examen des élèves.

Ceux des élèves des écoles primaires qui ſeront jugés par leur profeſſeur en état de répondre ſur les objets mentionnés en l'article 4, ſe préſenteront à l'examen de l'examinateur hydrographe lors de ſa tournée. Ils ſeront tenus d'y répondre ſur cette matière en préſence de la municipalité du lieu, qui tiendra procès-verbal de cet examen. Les perſonnes inſtruites y ſeront invitées. Chacun pourra interroger le candidat ſur ladite matière comme il eſt dit d'ailleurs en l'article 8. L'examinateur lui donnera un certificat de ſuccès s'il y a lieu, qui lui formera un titre à l'égard des connoiſſances de théorie pour commander tout navire naviguant au long cours & faiſant le grand cabotage, & pour n'être appelé au ſervice de la république qu'en qualité d'officier: bien entendu en rempliſſant la condition du temps de ſervice & de l'inſtruction pratique.

S'il eſt préſenté par le profeſſeur d'hydrographie à l'examinateur hydrographe des élèves qui témoignent des diſpoſitions pour paſſer dans l'école ſecondaire, celui-ci s'aſſurera du fait par les queſtions qu'il pourra leur faire; & s'il reconnoît en eux les diſpoſitions annoncées, il en rendra compte à la commiſſion de la marine & des colonies, qui leur expédiera des lettres d'admiſſion dans ladite école ſecondaire. Cette ſorte d'élèves y jouira d'une penſion alimentaire pendant le temps de ſes études.

ART. XVI.

Ceux des élèves des écoles ſecondaires qui ſeront jugés par leur profeſſeur en état de répondre ſur les objets mentionnés en l'article 5, ſe préſenteront à l'examen de l'examinateur des élèves de la marine lors de ſa tournée; ils ſeront tenus d'y répondre ſur ces matières: ce, dans une ſalle du diſtrict & avec les mêmes formalités preſcrites en l'article 9; l'examinateur donnera un certificat de ſuccès, s'il y a lieu, qui leur formera un titre pour être porté ſur le regiſtre d'inſcription des élèves de la marine, & à l'égard des connoiſſances de théorie, pour commander au préalable tout navire naviguant au long cours ou faiſant le grand cabotage, enfin pour n'être appelé au ſervice de l'État qu'en qualité d'officier, ſuppoſant toutefois qu'ils ſoient en état de remplir les autres conditions.

S'il eſt préſenté par un profeſſeur d'école ſecondaire à l'examinateur des élèves de la marine, des élèves qui témoignent des diſpoſitions pour paſſer dans l'école ſupérieure, il s'aſſurera du fait par les queſtions qu'il pourra leur faire; & s'il reconnoît en eux les diſpoſitions annoncées, il en rendra compte à la commiſſion de la marine & des colonies, qui leur expédiera l'ordre de ſe rendre à ladite école aux frais de l'état; ils y ſeront de nouveau examinés comme il eſt dit en l'article ſuivant.

ART. XVII.

Nul ne ſera admis dans l'école ſupérieure maritime établie à Paris, ſoit qu'il ſe ſoit procuré l'inſtruction par lui-même, ſoit qu'il l'ait priſe dans l'école ſecondaire, qu'il n'ait répondu dans cette école ſupérieure à un examen ſur l'arithmétique démontrée, les élémens de géométrie, la trigonométrie rectiligne & ſphérique, compoſant les deux premiers volumes du cours de *Bézout*, ce dans une ſalle de l'école & avec les formalités preſcrites par l'article 10. Le certificat du ſuccès donné par l'examinateur, & celui de bonne vie & mœurs, à lui expédié par la municipalité lui ſuffiront pour ſon admiſſion dans ladite école ſupérieure.

ART. XVIII.

Les élèves des écoles ſupérieures ou des élèves ingénieurs ſubiront les trois examens ainſi qu'il eſt preſcrit par le règlement du premier avril 1786, concernant cette école, actuellement en exercice pour les conſtructions, mais avec les formalités preſcrites par l'article 10.

Il ſera pratiqué un cabinet ſans communication extérieure, attenant à la ſalle d'examen où ſera ſon entrée pour que le candidat intimidé, puiſſe s'y retirer, ſe récorder & y compoſer ſa réponſe à tête repoſée: il y ſera ſeul, dépourvu de tous livres & de tous ſecours étrangers: cette facilité ne ſera pas accordée aux citoyens qui prétendent aux places de profeſſeurs.

ART. XIX.

Vu l'extenſion qu'on ſe propoſe de donner à cette école & la généralité de l'inſtruction qui doit y être procurée, les élèves en préſence de gens de l'art nommés par les commiſſaires en titre de l'examen, feront des obſervations dans un obſervatoire pour reconnoître la latitude avec une grande préciſion, la longitude par l'éclipſe des ſatellites de Jupiter; ils y prendront des diſtances d'aſtres; ils y feront tous les calculs néceſſaires pour parvenir à un réſultat.

Il leur ſera propoſé quelque pièce de trait qu'ils traceront, appareilleront & exécuteront en pierre de plâtre.

Ils feront des obſervations ſur le terrein pour lever des plans & meſurer des diſtances & des hauteurs inacceſſibles.

ART. XX.

Indépendamment des plans de vaiſſeaux, ils feront des projets d'architecture civile & militaire, ils dreſſeront des plans géométraux & d'élévation des édifices & des fortifications. Ils ſeront interrogés ſur l'attaque & la défenſe des places.

ART. XXI.

Cependant l'examen ſur toutes ces applications directes des ſciences mathématiques aux arts maritimes ne ſeront pas de rigueur pour tous les élèves: ceux qui ſeront notés très-bons pour une ſeule, ne ſeront tenus qu'à prouver quelqu'intelligence & une connoiſſance générale des autres; de même le fini des deſſins ne ſera pas exigé des ſujets notés pour avoir de grandes diſpoſitions aux hautes ſciences.

ART. XXII.

Promotions & avancements.

Les élèves de l'école maritime ſupérieure qui auront réuſſi dans leur examen ſeront envoyés aux frais de l'état dans les ports en qualité d'élèves admis; ils y rouleront pour l'avancement avec les autres élèves admis: d'ailleurs ils auront de préférence les places d'officiers de choix, à moins qu'ils n'aient pour concurrents des officiers plus habiles dans des objets de pratique. Ils auront dans tous les grades un dixième en ſus des appointements attribués à ce grade.

ART. XXIII.

Les élèves ſortis avec ſuccès des écoles ſecondaires ne ſeront admis parmi les élèves entretenus de la marine, que lorſqu'il y aura des places vacantes. Alors le regiſtre d'inſcription ſera conſulté; la première place ſera donnée au plus anciennement inſcrit, la ſeconde au choix, d'après les notes particulières de l'examinateur, la troiſième de nouveau à l'ancienneté & ainſi ſucceſſivement.

ART. XXIV.

Il ſera retenu un centième des appointements des élèves de l'école ſupérieure, admis, ſoit dans ſon grade d'élève, ſoit dans quelque grade que ce ſoit où il puiſſe parvenir, au profit du profeſſeur de mathématiques qui l'aura inſtruit; laquelle retenue ne ceſſera qu'à la mort du profeſſeur.

ART. XXV.

Il ne ſera fait les additions néceſſaires à l'organiſation de l'école des ingénieurs de Paris, que quand les écoles ſecondaires lui auront fourni des ſujets, & à l'organiſation de la marine que lorſque les écoles ſecondaires pourront lui procurer des élèves de la marine & l'école ſupérieure des élèves ingénieurs.

(*h*) « Faiſant donc uſage de cette règle *quelque ſoit la figure de la ſection d'eau d'un vaiſſeau, &c.* » *Théorie complette de la conſtruction & de la manœuvre des vaiſſeaux par M. Léonard Euler*, paragraphe 57, page 63 de l'édition de l'auteur, page 45 de la nouvelle édition.

Il réſulteroit delà que les deux ſections d'eau ou flottaiſons ſupérieures dont $ABCD$, $ABCd$ (*fig.* 118.) ſont les quartiers. auroient même moment d'inertie, puiſque, égale en ſurfaces, elle ne diffère que par la figure; or, par la ſeule inſpection, on voit qu'ajoutant à la partie commune $ABCeA$ pour une flottaiſon, le triangle CDe, pour l'autre ſon égal Ade, la première addition rend le moment d'inertie bien ſupérieur à ce qu'il eſt par la ſeconde.

» Et par conſéquent, qu'ayant trouvé la valeur de β on peut ſuppoſer l'intervalle $OF = \frac{\beta}{\beta+1} IE$ » &c. page 71 de la première édition, page 48 de la ſeconde.

β eſt le rapport de la ſolidité de la carène au priſme qui y eſt circonſcrit, ayant pour baſe la flottaiſon ſupérieure, & par conſéquent indifférente à la figure de cette carène; cette quantité β détermine OF diſtance du centre de gravité de la carène à la flottaiſon ſupérieure; il réſulteroit delà que deux carènes priſmatiques, ayant pour flottaiſon ſupérieure un parallélogramme rectangle; pour ſection verticale-longitudinale l'une le quadrilatère $AfFT$, l'autre ſon égal $fFTV$ (*fig.* 119.) auroient même diſtance de centre de gravité à la flottaiſon: or par la ſeule inſpection, l'on voit qu'ajoutant à la partie commune $fFTe$ pour une carène le triangle Afe, pour l'autre ſon égal TVe la première addition porte le centre de gravité plus haut qu'il ne peut l'être par la ſeconde.

Corrections & Additions de Lettres indicatives sur les figures du premier Tome.

Planche V, figure 14.

Au point de rencontre du trait intérieur de l'étambot & de celui de la voûte, placez la lettre grecque ν.

Au point de rencontre de la perpendiculaire de l'étambot & du trait du deſſous de la quille, placez ρ.

La lettre φ doit être placée au point de rencontre du trait intérieur de l'étambot & de la perpendiculaire ponctuée : elle eſt un peu trop de l'avant.

Le point de rencontre de cette perpendiculaire & du deſſus de la quille doit être indiqué par μ' au lieu de μ, laquelle lettre μ indique la rencontre dudit deſſus de la quille & du trait intérieur de l'étambot.

Au point de rencontre du trait extérieur de l'étambot & du deſſous de la quille, mettez *A*.

A la ſeconde ligne d'eau, au lieu de *h*, *h*, *h*, *H*, *H*, *H*, mettez *h'*, *h'*, *h'*, *H'*, *H'*, *H'*.

Les lettres *a* & *b* doivent être aux extrémités d'une ligne ponctuée qui marqueroit la hauteur de la quille. Tracez cette petite perpendiculaire du trait du deſſus au trait du deſſous de ladite quille, l'indiquant par *ab*.

Au point de rencontre du deſſous de la quille & de la perpendiculaire de l'étrave, mettez *P*.

Planche VI, figure 23.

Au point de rencontre des projections ſuivantes :

De la cinquième liſſe & du ſixième couple arrière, au lieu de 6, mettez $6''$.

De la cinquième liſſe & du faux couple arrière, mettez fc''.

De la cinquième liſſe & du maître arrière, au lieu de m, mettez m''.

De la cinquième liſſe & du maître avant, au lieu de M, mettez M''.

De la fauſſe liſſe & du même maître avant, au lieu de M, mettez M'.

De l'axe de cette fauſſe liſſe & encore du maître avant, mettez μ.

Du ſixième couple avant & de la cinquième liſſe, au lieu de VI'', mettez VI'''.

Du même & de la quatrième, *idem.*, mettez IV.

Même Planche VI, figure 24.

Au point de rencontre des projections ſuivantes :

De la droite, ponctuée actuellement HH, & de l'axe, au lieu de H, mettez H'.

A l'autre extrémité, ſur le trait du dehors de la liſſe d'hourdy, au lieu de H, mettez H''.

De l'eſtain dévoyé prolongé & de l'axe, mettez A''.

De la perpendiculaire ponctuée à EE, & de l'axe, mettez ε; à l'autre extrémité de cette perpendiculaire, au lieu de E, mettez E'.

De l'allonge de cornière & de l'axe, au lieu de A, mettez A'.

A la ſeconde ligne d'eau, au lieu de h, h, h, H, H, H, h', h', h', H', H', H'.

Planche VII, figure 27.

L'angle $\alpha\beta\gamma$ qui ſemble droit, doit être aigu : c'eſt l'angle $a\gamma f'$, *fig.* 45, *Pl. XXIV.*

Planche XI, figure 33.

Mettez 7 au point de rencontre de la droite ponctuée, dont une des extrémités eſt marquée *l*, avec ſa perpendiculaire auſſi ponctuée.

Mettez *a* au point de rencontre de la droite ponctuée, dont une des extrémités eſt marquée γ, avec le trait du dedans de la contre-étrave auſſi ponctuée.

NOTES.

(*a*) * [Page 325.] Il y a quelques légères erreurs dans le centre de gravité des petites parties, provenant de ce qu'on a recherché ſeulement celui des baſes de ces petites parties trapézoïdes, au lieu d'employer la méthode des trapèzes, ce qui cauſe une erreur de 0,43264 mètres, ou près de 5 pouces, pour la diſtance de la petite partie du faux pont; mais la maſſe eſt tellement petite par rapport à celle de la principale partie, que cette erreur devient en définition inſenſible, n'étant que d'un dixième de ligne; eſt encore dans les ponts, où il y a des petites parties de l'arrière, il y a compenſation. Il auroit été minutieux de refaire pour cela des calculs très-longs : cependant on a cru devoir reconnoître la faute, parce qu'elle porte ſur les principes.

(*b*) * On a porté pour le pont de la batterie 6,5293 cependant 17 pi. 10 po. 6 lig. de creux + 9 po. de bouge + 2 po. 9 lig. de bordage + 1 pi. 2 po. de quille = 20 pi. 0 po. 9 lig. = 6,504 mètres. Cette différence de plus de deux centimètres, d'environ 11 lignes, provient de ce que le Profeſſeur de tracé a donné ces hauteurs d'après des ouvertures de compas, au lieu d'employer le calcul : ce qu'il faut, on le répète, toujours faire autant qu'il eſt poſſible.

FAUTES A CORRIGER.

PAGES xliv,	*lignes* 27	verticale-longitudinale,	*liſez*	verticale-latitudinale.
32	25	*Pl. V*,	.....	*Pl. VI.*
37	6 & 7 ..	& celui a,	.....	& celui a.
49	22	da, $a'a'$,	.....	da, $a'a''$.
id.	23	de a' en d',	.....	de a' en d'.
50	4	$\alpha\beta c'$,	.....	$\gamma\beta c'$.
id.	8	les lignes a',	.....	les lignes a'.
id.	9	$b'\beta'$,	.....	$b'\beta'$.
id.	12	$a\alpha\gamma\delta$,	.....	$a\beta\gamma\delta$.
51	8	$c'\gamma$; du point γ,	.....	$c'\gamma$; du point γ'.
id.	9	$c'\gamma$,	.....	$c'\gamma'$.
id.	27	de α en e	.....	de a en e.
53	2	*fig.* 13,	.....	*fig.* 13, *Pl. IV.*
id.	4	*fig.* 23,	.....	*fig.* 23, *Pl. VI.*
54	24	$\times$ 4 po. $\frac{1}{2}$ *fli*,	.....	$\times$ 4 po. $\frac{1}{2}$. *fli.*
60	16	$A'A''$,	.....	$A'A'$ ou $A'bl$.
94	18	*du travail de l'arcaſſe*,	*ajoutez* en préambule.	Le travail de ce ſyſtème demande beaucoup de ſoin & d'intelligence : arrêtons-nous à ſa deſcription.
104	12	QQE,	*liſez*	QqE.
110	6	ABe,	.....	ABc.
137	2	$B\beta$,	.....	$B\beta'$.
225 .... 1re.	de la note,	M. Guignau,	.....	M. Guignace.
277	17	17,375,	.....	71,375.
289	18	$= \frac{11}{21}$	*ajoutez*	plus exactement $\frac{11}{11}$.
id.	23	*N.* 5,5389960	.....	plus exactement, pour $\frac{11}{11}$, *N.* 5,5541802.
300	25	2,3052,	*liſez*	23052.
304	21	$\frac{1}{5}$,	.....	$\frac{1}{5}$.
312	19	29445,89 — 1364350	.....	$\frac{29445,89}{\text{pi. po.}} \cdot \frac{1364350}{\text{pi. po.}}$
315 .... dern.	à gauche	11 0,	.....	11 10.
316	17	198	.....	198 (ſuppr. les points).
318	30	*répétées*,	.....	*rejetées*.
329	18	2,120,	.....	21,200.
id.	20	vers l'avant....	.....	vers l'avant (ſupprim. les points).
id.	*id.*	21,465,	.....	21,465.
id.	22	diſtancess,	.....	diſtances.
331	2	*fig.* 100,	.....	*fig.* 101.
332	25	19,174,	.....	29,174.
334	21	Z,	.....	ζ.
345	18	*limmerſion*,	.....	*l'émerſion*.
347	11	115,19 + 2,64,	.....	115,19 × 2,64.
350	13	l'angle hbB,	.....	le côté hB.
id.	14	l'angle BHb,	.....	le côté Bb.
id.	16 & 17 ..	de diviſion à partir du côté oppoſé à l'angle diviſé,	.....	menée à l'angle oppoſé à partir du côté diviſé.
360	5	*l.* 25,	.....	. 13.

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE
LA CONSTRUCTION
DES
BÂTIMENS DE MER,
A L'USAGE
DES MARINS, ARMATEURS,
ET PRINCIPALEMENT DES ÉLEVES DE L'ÉCOLE DU GÉNIE MARITIME.

SECOND TOME.

DIVISION DE L'OUVRAGE.

JE diviſe ce ſecond Tome en quatre parties : la première concerne les procédés préalables du Conſtructeur, c'eſt-à-dire, qu'il y eſt traité des plans de Vaiſſeaux, des devis, du tracé des plans, particulièrement de celui à la ſalle des Gabarits.

Dans la ſeconde, je parle du travail, de l'aſſemblage & de la liaiſon des pièces de conſtruction décrites dans le premier Tome.

Des détails particuliers & moyens de vérification relativement à la miſe en place des parties intégrantes du Vaiſſeau, ſont l'objet de la troiſième Partie.

La quatrième eſt deſtinée à compléter l'inſtruction concernant l'application de l'hydroſtatique aux calculs qui intéreſſent la ſtabilité des Bâtimens flottans, dans toutes les circonſtances où ils peuvent ſe trouver.

PREMIÈRE PARTIE.

Des procédés préalables du Conſtructeur.

PREMIÈRE SECTION.

Des plans de Vaiſſeaux.

AU commencement de la première Section du premier Tome, on donne une idée générale des plans de conſtruction.

On ne doit pas conſtruire de Bâtimens de mer de quelque importance, qu'il n'en ſoit fait des plans.

Les plans de conſtruction navale, ſont une délinéation d'une quantité de coupes ou ſections imaginées dans différens endroits du Bâtiment; plus elles ſont multipliées, mieux la figure du Bâtiment eſt prononcée.

CHAPITRE PREMIER.

Des Plans verticaux, tant longitudinal que latitudinal.

On ſuppoſe le Vaiſſeau coupé verticalement ſuivant ſa longueur, par un plan paſſant au milieu de la quille; c'eſt ſur ce plan qu'eſt repréſentée l'élévation du Vaiſſeau vu par le côté (*fig.* 14); on l'appelle particulièrement Pl. V. plan d'élévation, parce que cette poſition préſente le plus de détails; il faut le nommer, pour parler plus exactement, plan vertical-longitudinal; on y voit la longueur de la quille *AB*; ſa hauteur *ab*; ſa figure eſt

ordinairement rectiligne ; on y voit la hauteur de l'étrave PC ; sa largeur sur le tour cd ; le contour de cette étrave y est tracé, c'est toujours une figure curviligne, souvent circulaire. La hauteur de l'étambot pD, & sa largeur, sont aussi déterminées dans ce plan.

On y projette d'ailleurs les lignes de ponts, les préceintes, les lisses d'accastillage, les sabords, &c. comme on le voit ; nous en parlerons en temps & lieu : mais la projection la plus importante pour le moment, qui y est représentée, c'est celle d'une grande quantité de sections ou coupes latitudinales MM', II', $II\ II'$ &c. $VII\ VII'$. mm', $11'\ 22'$ &c. $77'$, $fc\ fc'$, imaginées faites par des plans dans autant d'endroits pris sur la longueur du Bâtiment.

Chaque trait provenant de la rencontre de chacune de ces sections, avec la surface courbe & extérieure du Bâtiment, a une figure courbe, représentée sur le plan
Pl. IV. (*fig.* 13), appelé ordinairement *le vertical*, qui doit se nommer, exactement parlant, le plan *vertical-latitudinal* ; il y a sur ce plan autant de lignes courbes qu'il y a de sections projetées sur celui longitudinal. L'usage est de ne les porter que sur un seul côté du Vaisseau, & de tracer à gauche celles de l'arrière, à droite celles de l'avant : toutes renfermées dans la section qui a le plus d'amplitude, portée des deux côtés, & qui doit former le maître couple, ou le maître gabarit, ou la maîtresse levée : chaque Vaisseau a ordinairement deux maîtres ; ce sur quoi il y a quelque chose à dire, ce qu'on pourra faire ailleurs.

Les courbes $VII\ VII, VI\ VI$, MM, &c. ; mm, &c. 66, 77, $fc\ fc$, représentent donc les sections pro-

jetées, en *VII VII'*, *VI VI'*, &c. *MM'*, *m m'*, &c. *66'*, *77'*, *fc fc'*, (*fig.* 14.); nous verrons que, tracées dans leur grandeur naturelle, elles nous donnent le gabariage, ou l'épure, ou le patron des couples ou membrures qui doivent être élevées dans ces parties sur la quille. Pl. V.

CHAPITRE SECOND.

Des autres plans ou sections du Vaisseau.

Les coupes verticales ne sont pas les seules que l'on ait supposées dans le Vaisseau; on en a imaginées encore: les unes faites par des plans obliques; quelques autres par des surfaces courbes; d'autres enfin par des plans horizontaux.

I.

Des lisses dans des Plans.

Les droites *fl* ou *FL*, (*fig.* 13.), *1 l 1'* et *IL I'*, *2 l 2'* & *IIL II'*, &c. *fl i* & *FL' Y*, *7 l 7'*, *8 l 8'*, sont les projections de plans coupant le corps du bâtiment sous l'obliquité que ces lignes font assez connoître. Pl. IV.

Le trait provenant de la rencontre de chacune de ces sections, avec la surface courbe & extérieure du Vaisseau, a une figure courbe représentée sur les plans, *figure* 23 & *6'''*, appelés *plans de lisses*; ce trait marquant le can supérieur intérieur des pièces *Ll*, (*fig.* 1.) Pl. VI & XXII. Pl. I.

Ces plans de lisses sont, ou les sections mêmes, comme dans la *fig.* 23, où *5 l 5*, *V VL*, représente effectivement les sections selon *5L 5'* & *VL V'*, (*fig.* 13); Pl. VI. Pl. IV.

la coupe de l'avant & celle de l'arrière ſont dans des plans d'une différente obliquité & ont différens axes ; mais leur courbe ne s'en raccorde pas moins aux maîtres couples : ou bien ces plans de liſſes ſont des projections de leur périmètre ſur un plan horizontal, comme *fl i*
Pl. XXII. *Y E L* (*fig.* 6‴.); les premiers s'appellent les plans obliques des liſſes ; les ſeconds, les plans horizontaux des liſſes : dans les uns, les ordonnées de la courbe ſont priſes ſuivant
Pl. VI. l'obliquité des liſſes : par exemple, 5 *l* 5 *V VL* (*fig.* 23), a pour ordonnées 77″, 66″, &c. *mm*″, *MM*″, &c. *VI VI*‴, *VII VII*″, dont les longueurs ſont priſes
Pl. IV. ſur le plan vertical (*fig.* 13) : pour l'arrière, du point 5′ de rencontre de la liſſe avec la ligne du milieu (ce point eſt la projection de l'axe de la liſſe), aux points 7′ de rencontre de cette liſſe avec la ſeptième coupe ; 6′ de rencontre avec la ſixième coupe, &c. ; 5 *l* de rencontre avec le maître arrière : pour l'avant du point *V*′ aux points *VII*′, *VI*′, &c. *VL*. Dans les ſeconds ou les plans horizontaux des liſſes, les ordonnées ſont priſes carrément ; c'eſt-à-dire qu'au lieu de prendre par exemple ſur la liſſe *fl i*, les diſtances de 7″, de 6″, &c. à l'axe *i*, ſuivant l'obliquité de cette liſſe, on prend ces diſtances de 7″, de 6″, &c. à la ligne du milieu, ſur des perpendiculaires à cette ligne : c'eſt ainſi que la ligne *fl i*, *Y FL*
Pl. XXII. (*fig.* 6‴.), eſt tracée. Encore une fois, ce tracé ne donne pas la figure de la ſection, mais ſa projection ſur un plan horizontal.

II.

Des Liſſes ou projections d'autres Lignes à double courbure.

La courbe *6 l 6 VI VIL*, (*fig.* 14), eſt la projection d'une ſurface engendrée par le mouvement, ſelon cette courbe, d'une ligne droite horizontale & toujours perpendiculaire au plan d'élévation (voyez ci-après troiſième ſection, ſeconde partie); la rencontre de cette ſurface avec celle du Navire, forme une courbe à double courbure, projetée ſur le vertical (*fig.* 13.), en *6 l 6'* & *VI' VIL*, & ſur un plan horizontal (*fig.* 24.), en *6 l 6 VI VIL*. Cette courbe étant à double courbure, ne peut être repréſentée telle qu'elle eſt ſur aucun des plans; on n'en peut avoir que les projections. Pl. V. Pl. IV. Pl. VI.

III.

Des plans de Flottaiſon, ou Lignes d'eau.

Dans la même figure 24, on voit les figures *1 ſ h HS*, *2 ſ h' H' S'*, &c. des ſections horizontales *1 ſ h HS*, *2 ſ h' H' S'* (*fig.* 14.) : elles ſont repréſentées par les mêmes lettres dans le plan vertical fig. 13. Pl. VI. Pl. V. Pl. IV.

Les périmètres de toutes ces différentes ſections ſont les traits de leur rencontre avec la ſurface extérieure des Bâtimens, & ils en déterminent la figure avec beaucoup d'exactitude. L'art eſt de mettre l'accord indiſpenſable dans ces courbes, qui doivent au ſurplus être bien ſuivies, ſans *flaches* ni *jarrets*, comme diſent les gens du métier : ſans méplat, ondulation ou reſſaut.

Notre objet ici eſt de donner l'intelligence des plans, mais non pas de nous y appeſantir ſur les différentes opérations graphiques pour les dreſſer, qui forment le fond de l'Ouvrage de feu M. Duhamel, & de celui que nous avons publié ſous le titre d'*Eſſai ſur l'Architecture navale*, parce que ce n'eſt pas ainſi que ſe conduit la conſtruction aujourd'hui. Les Conſtructeurs ont un portefeuille rempli plus ou moins de plans & de devis de Bâtimens de toutes eſpèces; c'eſt ſur ces plans & devis qu'ils travaillent; ils les approprient aux beſoins du ſervice ou aux demandes des Armateurs, ſuivant d'ailleurs les différentes vues auxquelles l'expérience a pu les conduire. Nous nous propoſons de faire ſuivre cet Ouvrage d'une collection de plans de choix de toutes grandeurs & de toutes eſpèces, & par-là de mettre l'art au grand jour, épargnant aux Conſtructeurs la peine de recueillir, ce qu'ils ne ſont pas, au ſurplus, toujours à même de pouvoir faire; il leur reſtera tout leur temps pour broder ſur cet excellent canevas: mais cette publication ne peut avoir lieu qu'avec le temps. Nous en parlerons ailleurs. Nous ne renonçons pas au ſurplus à revenir ſur les méthodes de dreſſer des plans ſans ſecours ultérieurs: mais ce n'eſt pas là le plus preſſé.

L'avant du plan vertical-longitudinal, tracé dans ſa grandeur naturelle, met à même de faire le gabarit ou le patron de l'étrave & du brion.

Le plan vertical-latitudinal donne le gabarit de tous les couples de levée.

Les plans des liſſes, celui des liſſes de tour; ces liſſes ont d'ailleurs d'autres uſages dans la conſtruction de l'édifice.

Mais

Mais avant de nous étendre sur l'objet du traçé, il faut voir ce que c'eſt que les devis ſur leſquels il ſe fait; comme on les relève ſur les plans, & comme ils ſervent à en faire de nouveaux, ou à les deſſiner en grand.

SECONDE SECTION.

Des Devis.

Devis eſt en général un état par le menu de tous les ouvrages qui ont rapport à la conſtruction des Bâtiments, qui en préſente non ſeulement les dimenſions principales, mais qui détaille les proportions particulières de toutes leurs parties, ainſi que l'objet de la main-d'œuvre; d'où l'on conclut la valeur de l'édifice.

Pour les Bâtiments de mer on fait trois eſpèces de devis : devis de conſtruction ou du Conſtructeur; devis du charpentage; devis d'appréciation. C'eſt du devis de conſtruction dont il eſt ici queſtion; on trouvera celui de charpentage dans la quatrième Section de cette première Partie : celui d'appréciation n'entre pas actuellement dans mon objet.

CHAPITRE PREMIER.

Des Devis de Conſtruction.

Les devis de conſtruction ne contiennent que la poſition & la figure des différentes ſections que les Conſtructeurs imaginent dans les Bâtiments, & des meſures priſes dans ces ſections, à des diſtances déterminées, d'une grande quantité de points de la ſurface courbe du Vaiſſeau, à

des lignes données auſſi de poſition. Voici celui du Vaiſſeau de 74 canons, dont on voit les plans dans les figures 13, 14, 23, 24, 6^{II}. Nous avons mis des numéros à ſes différents articles, que nous reprenons, ſuivant l'ordre de ces numéros, dans l'explication qui fait la matière du ſecond Chapitre.

Pl. IV, V, VI, & XXII.

Devis de Conſtruction d'un Vaiſſeau de 74 canons.

(N°. I.) *Tracé du maître couple.*

Hauteur du deſſus de la quille. pi.	po.	li.		Demi-largeur. pi.	po.	li.
0	0	0		0	7	6
0	2	0		0	11	0
0	5	0		1	6	0
0	9	6	Fauſſe liſſe.	5	11	5
1	1	6		11	2	0
1	7	0	Première liſſe, ou liſſe du fond.	12	5	3
2	1	0		13	5	0
3	1	6		14	9	0
4	1	6		15	10	0
5	0	0	Deuxième liſſe.	16	7	0
6	4	6		17	7	9
8	2	9		18	10	9
9	6	3	Troiſième liſſe.	19	7	6
10	3	0		20	0	0
12	3	6		20	10	9
14	3	3		21	6	3

Hauteur du deſſus de la quille.				Demi-largeur.		
pi.	po.	li.		pi.	po.	li.
15	0	6	Quatrième liſſe.	21	8	9
16	0	0		21	11	3
17	0	0		22	1	1
18	1	0	Cinquième liſſe.	22	2	6
19	2	0		22	3	2
20	4	0		22	3	7
21	1	0	Sixième liſſe, ou liſſe du fond.	22	3	7
22	0	0	Pont.	22	3	0
24	6	0		21	9	0
25	3	0	Fauſſe liſſe.	21	6	0
26	2	0		21	1	9
28	2	0	Septième liſſe.	20	3	0
30	8	0		19	1	9
32	9	0		18	4	3
35	1	0	Huitième liſſe.	17	9	0

(N°. II.) *Tracé de l'Etrave.*

Hauteur du deſſous de la quille.			Ordonnées à porter ſur l'arrière de la perpendiculaire de l'étrave.		
pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
0	0	0	15	0	0
1	5	0	12	7	0
4	0	0	9	4	9
7	1	6	6	7	0
10	5	0	4	4	6

Hauteur du deſſous de la quille.			Ordonnées à porter ſur l'arrière de la perpendiculaire de l'étrave.		
pi.	po.	li.	pi	po.	li.
13	6	0	2	8	6
16	7	0	1	5	3
19	9	0	0	5	9
			A porter ſur l'avant de la perpendiculaire.		
			pi.	po.	li.
21	10	0	0	0	6
24	9	0	0	7	0
29	7	0	1	2	0
33	6	0	1	5	0
36	0	0	1	6	0

(N°. III.) *Diſtribution des Couples.*

	pi.	po.	li.
De la perpendiculaire au ſeptième avant...	7	6	6
Du ſeptième au ſixième.....	7	6	6
Du ſixième au cinquième, & juſqu'au maître-avant.....	10	1	0
Du maître-avant au maître-arrière.....	12	0	0
Du maître-arrière au un-arrière, & juſqu'au 7.	10	1	0
Du ſeptième arrière à la perpendiculaire de l'Etambot.....	13	10	0
Du ſeptième au faux couple projeté pour le tracé des Liſſes.....	5	0	0
Longueur de la perpendiculaire de l'Etrave à celle de l'Etambot.....	pi. 172	po. 0	li. 0

(N°. IV.) *Position des Liſſes ſur la ligne du milieu.*

	Hauteur du deſſus de la quille. Avant. pi.	po	l.	Arrière. pi.	po.	l.
Fauſſe liſſe du fond.....	4	3	0	6	2	6
Première liſſe.....	6	10	0	15	8	6
Deuxième liſſe.....	10	6	0	20	11	0
Troiſième liſſe.....	13	8	0	24	6	0
Quatrième liſſe.....	17	3	0	27	3	6
Cinquième liſſe.....	20	6	0	30	11	0
Sixième liſſe du Fort à l'Etrave.	23	9	0			
Fauſſe liſſe.....	28	7	0	37	3	0
Septième liſſe.....	31	0	0	41	10	0
Huitième liſſe.....	0	0	0	46	1	0

(N°. V.) *Ouverture des Couples ſur les Liſſes, en partant de la ligne de demi-largeur ou du milieu.*

PARTIE DE L'AVANT.

	Fauſſe liſſe. pi.	po.	li.	Première. pi.	po.	li.	Seconde. pi.	po.	li.
De la ligne du milieu au Maître.....	6	10	6	13	6	0	17	5	6
Aux 1.....	6	7	6	13	0	0	17	0	7
2.....	6	2	0	11	10	9	16	3	4
3.....	5	6	6	10	3	0	14	10	4
4.....	4	7	0	8	2	7	12	8	9
5.....	3	3	3	5	10	8	9	11	10
6.....	1	6	3	3	0	10	6	2	1
7.....	0	0	0	0	6	3	2	3	6
	Troiſième.			Quatrième.			Cinquième.		
De la ligne du milieu au Maître.....	20	0	9	21	10	0	22	4	2
Aux 1.....	19	9	3	21	8	6	22	3	10
2.....	19	3	0	21	6	3	22	3	0
3.....	18	2	11	21	0	3	21	11	9
4.....	16	7	2	19	11	0	21	2	0
5.....	13	11	3	17	11	0	19	7	3
6.....	9	8	7	14	0	0	16	1	0
7.....	4	8	9	8	3	0	10	7	0

	Sixième liſſe du Fort.		Fauſſe liſſe intermédiaire des 6e. & 7e.		Septième liſſe.	
	Hauteur (1).	Demi-largeur.	Hauteur.		Hauteur.	Demi-largeur.
	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.		pi. po. li.	pi. po. li.
Au Maître....	21 1 0	22 3 6	21 6 0		28 2 0	20 3 9
Aux 1.....	21 0 0	22 3 6	21 6 0		28 1 0	20 9 7
2.....	21 1 0	22 3 6	21 5 2		28 2 0	20 2 0
3.....	21 2 3	22 2 0	21 2 6		28 6 0	19 10 0
4.....	21 8 0	21 7 3	20 9 0		28 11 3	19 3 0
5.....	22 2 9	20 2 6	19 5 9		29 6 3	18 0 6
6.....	22 11 6	17 0 0	16 6 0		30 2 9	15 6 3
7.....	23 4 6	11 10 0	11 8 3		30 8 6	11 7 0
A la rablure de l'Etrave....	23 9 0					

	Huitième Liſſe.	
	Hauteur.	Demi-largeur.
	pi. po. li.	pi. po. li.
Au Maître....	35 1 0	17 9 0
Aux 1.....	35 0 0	17 9 0
2.....	35 1 0	17 7 0
3.....	35 4 6	17 3 9
4.....	33 10 0	16 10 5
5.....	36 4 6	16 1 6
6.....	37 1 6	14 11 4
7.....	37 8 0	13 6 9
	Liſſe de rabattue.	
Aux 3.....	36 11 0	17 0 4
4.....	37 5 0	16 7 9
5.....	38 0 0	16 1 0
6.....	38 8 0	15 2 7
7.....	39 0 0	14 5 0

(1) Cette hauteur & toutes les autres ſe rapportent au-deſſus de la quille, quand on n'a pas indiqué le contraire.

PARTIE DE L'ARRIÈRE.

	Fauſſe liſſe.			Première.			Seconde.		
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
De la ligne du milieu au Maître.	8	0	0	18	9	8	22	11	9
Aux 1	7	8	1	18	1	3	22	6	0
2	7	1	9	17	1	0	21	6	9
3	6	4	0	15	7	10	20	2	4
4	5	1	9	13	8	9	18	4	9
5	3	8	0	11	5	0	16	0	8
6	2	2	6	8	6	5	13	1	6
7	0	11	6	5	0	0	9	3	1
Faux couple	0	6	0	3	1	0	6	8	6
Eſtain dévoyé au carré	0	0	0	2	1	9	4	9	0

	Troiſième liſſe.			Quatrième liſſe.			Cinquième liſſe.		
De la ligne du milieu au Maître	24	8	3	24	11	3	25	7	9
Aux 1	24	2	9	24	8	1	25	5	9
2	23	6	3	24	2	0	25	1	7
3	22	6	6	23	5	0	24	5	9
4	21	2	0	22	5	0	23	7	5
5	19	3	10	21	1	9	22	6	9
6	16	9	9	19	5	4	21	2	6
7	13	3	9	16	11	0	19	3	9
Faux couple	10	8	8	14	9	9	17	10	3
Eſtain dévoyé au carré	8	0	0	11	6	3	15	1	0

SIXIÈME LISSE DU FORT.

	Hauteur.			Demi-largeur.		
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
Au Maître	21	1	0	22	3	6
Aux 1	21	3	3	22	2	6
2	21	8	3	21	11	8
3	22	3	6	21	6	0
4	23	0	9	20	9	0
5	23	9	3	19	10	6
6	24	6	0	18	8	9
7	25	2	9	17	3	6
Faux couple	25	8	0	16	4	7
Eſtain dévoyé au carré	26	2	0	15	2	0

	Fausse liſſe intermédiaire des 6e. & 7e. — Demi-largeur.			Septième liſſe. — Demi-largeur.			Huitième liſſe. — Demi-largeur.		
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
Au Maître.....	21	6	0	20	3	0	17	9	0
Aux 1.....	21	4	2	20	1	3	17	6	10
2.....	21	1	3	19	10	3	17	2	10
3.....	20	8	0	19	5	6	16	9	4
4.....	20	0	6	18	10	3	16	1	11
5.....	19	2	0	17	11	9	15	5	0
6.....	18	1	0	16	11	0	14	6	9
7.....	16	8	7	15	7	0	13	6	0
A l'allonge de Cornière.	14	11	6	13	10	3	12	1	3

	RABATTUE. Hauteur.			Demi-largeur.		
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
Au Couple 1.....	41	2	0	16	8	6
A l'allonge de Cornière..	45	2	0	11	0	6

Aux autres Couples ſur cette liſſe ainſi déterminée.

	pi.	po.	li.
Aux 2.....	16	3	4
3.....	15	8	3
4.....	15	0	0
5.....	14	2	6
6.....	13	3	6
7.....	12	3	0

(N°. VI.) *Hauteur du deſſus de la Quille.*

	pi.	po.	li.
Du pied du couple 7 avant, à la rablure de l'Etrave.....	5	10	3

N°. VII

(N°. VII.) *Position & Gabarit de l'Etambot.*

	pi.	po.	li.
Hauteur de deſſus quille, du point où la partie extérieure de l'Etambot coupe la perpendiculaire	26	6	6
Quête ſur Quille	2	0	0
Hauteur totale de l'Etambot de deſſus Quille	30	6	0

(N°. VIII.) *Position & Gabarit de la Liſſe d'Hourdy.*

	pi.	po.	li.
Hauteur de la ligne droite de la liſſe d'Hourdy, du deſſus de la quille	26	6	6
Diſtance de cette ligne à la perpendiculaire de l'Etambot	3	5	0
Bouge vertical	0	5	0
Bouge horizontal	0	11	0
Largeur	1	5	0
Hauteur	1	6	0
Longueur totale de cette liſſe à la ligne droite	30	6	0

(N°. IX.) *Position des Eſtains.*

	pi.	po.	li.
La tête des eſtains ſe trouve à l'extrémité de la ligne droite de la liſſe d'Hourdy; ainſi la demi-largeur en cet endroit eſt de	15	3	0
Le point de rencontre avec la ligne du milieu, ſur le plan horizontal de la projection de l'eſtain prolongé, eſt à une diſtance de la perpendiculaire de l'Etambot, de	6	9	0

CHAPITRE SECOND.

Explication du précédent Devis.

Dans l'article N°. I du tracé du maître couple, qui eſt le trait de la ſection qui a le plus d'amplitude, on voit une colonne intitulée : *Hauteur de deſſus quille*, & une de *demi-largeur :* chacune deſdites demi-largeurs pour les hauteurs correſpondantes.

Il eſt eſſentiel de bien déterminer ce deſſus ou cette ſurface intérieure de la quille, où l'on rapporte tant de hauteurs importantes ; la figure de ſa rablure ; la figure des rablures de l'étrave & de l'étambot ; les traits bornant la ſurface intérieure de ces deux importantes pièces.

Les plans que donne le devis dont nous nous occupons, le tracé à la ſalle des Gabarits qui en eſt le but, fourniſſent le contour de la membrure, & non celui de l'édifice hors œuvre ou avec ſon revêtement.

Il eſt terminé en deſſous par la quille ; de l'avant par l'étrave, & de l'arrière, au moins pour la partie de la carène, par l'étambot.

Ces trois pièces eſſentielles ont toute leur largeur horizontale, tandis qu'il faudra ajouter aux largeurs priſes hors membres, ce que donne l'épaiſſeur des bordages au courant de ces largeurs, pour avoir celles totales du Bâtiment aux endroits où on en aura beſoin.

Les faces latérales deſdites trois pièces doivent ſe rapporter à la ſurface extérieure de ces bordages, c'eſt-à-dire, en x *fig.* XVI, XVII & XVIII, (*Pl.* 38.), calque des fig. 16, 17 & 18. (*Pl.* 1.) : dans les façons, en être une prolongation ; qx (*fig.* XVII.) eſt ſenſiblement une prolongation de $x\chi$.

Il faut donc y pratiquer une retraite pour les recevoir : c'eſt ce que l'on appelle *rablure*.

On l'a travaillée juſqu'à préſent, comme il eſt dit dans le premier Tome page 12, ſuivant un gabarit (*fig.* 4.) qui donne à ſa ſection la figure d'un triangle équilatéral, ayant pour côté l'épaiſſeur du bordage. PL. I.

On ne ſait pourquoi cet uſage ſe perpétue ; car dans peu d'endroits, peut-être dans aucun, elle n'a cette figure.

Au maître couple, au lieu d'avoir la figure $x\ r\ a$ (*fig.* XVIII.), elle devroit avoir celle $x\ r\ a$; aux 5e. & 7e. arrière ſa figure eſt $x\ b\ T$ (*fig.* XVI & XVII.), $x\ b$, élément du can inférieur du bordage, devant toujours être une normale à la courbe.

D'abord déterminons ſur les plans & le tracé, le trait du deſſus de la quille ; & au-deſſous de ce trait nous y menerons une parallèle à la diſtance de l'épaiſſeur du bordage : c'eſt le trait extérieur de la rablure ; le trait de la rablure à conſidérer uniquement, & qui demeure conſtant, l'arête longitudinale extérieure & inférieure du bordage, s'y rapportant.

Nous obſerverons pour qu'on n'ait que des idées nettes de la choſe, que ce deſſus ou cette face intérieure de la quille, les faces intérieures de l'étrave & de l'étambot, ne ſont la plupart du temps qu'idéales : le trait qu'elles repréſentent eſt en même temps celui de la terminaiſon des couples, des barres, enfin de la charpente intérieure ; & comme ces couples, ces barres s'aſſemblent au moyen d'entailles ou tenons avec leſdites pièces, il faut qu'elles fourniſſent du bois en dedans du trait appelé cependant

intérieur, soit par elles-mêmes, soit par des contre-quilles, contr'étrave, contr'étambot, ordinairement par l'un & l'autre dans les grands bâtiments.

Nous adoptons une épaisseur de bordage pour déter-
Pl. I. miner le dessus de la quille $R\ R$ (*fig.* 3.) relativement au trait constant de la rablure $r\,r$, pour ne point nous éloigner des anciens usages lorsqu'il n'y a pas de nécessité. Nous nous conduisons de la même manière pour avoir la surface intérieure fictive de l'étambot & de l'étrave; & cette conduite nous est utile à l'égard surtout de cette dernière pièce, pour la terminaison des autres sections longitudinales, comme on le verra en temps & lieu. Ce procédé conserve l'épaisseur des bordages en leur lieu qui devra être employée normalement.

Pl. XXXVIII. Dans le mouvement de la droite $x\,b$ (*fig.* XVIII, XVI et XVII.) pour engendrer le can inférieur du bordage, partant du maître, elle tourne, dévire sur x, projection de ce trait de la rablure &, d'oblique à une horizontale, elle devient elle-même sensiblement horizontale dans les fourcats de l'avant & de l'arrière comme en $x\,b$ (*fig.* XVII.); le bordage en cette partie de la carène est susceptible d'un certain degré de torsion qui, vu son peu d'épaisseur, permet ce dévirage; mais vers le fort du Vaisseau soit dit en passant, où le bordage a plus de point & où il dévire plus subitement, c'est-à-dire, qu'il dévire autant sur une moindre longueur, il faut le travailler de dévirage: c'est ce que l'on verra.

La droite $x\,b$ engendrant le can inférieur du gabord, son point b engendre une courbe qui est le fond de la rablure, & que l'on pourroit projeter sur les plans des

parties horizontales & latérales de la quille, ſi les ordonnées trop petites ne ſembloient échapper à la meſure : ces projections ſe termineroient : celle ſur la ſurface latérales a 4 pouces $\frac{1}{2}$ à peu près de la ſurface ſupérieure de la quille, & celle ſur la ſurface horizontale a 4 pouces $\frac{1}{2}$ de la ſurface latérale, pour le Vaiſſeau ſur lequel nous nous exerçons, c'eſt-à-dire, généralement à la quantité d'épaiſſeur du gabord.

Il faut faire une remarque qui ſera bien entendu ſeulement lorſqu'on aura expliqué le tracé des couples par les points marqués ſur les liſſes, mais dont cependant c'eſt ici la place.

Ce tracé des couples doit ſe diriger vers le point *b* extrémité de la normale *x b* à la courbe; ainſi pour avoir la courbe il faut avoir la normale, qui, elle-même ne peut être déterminée que par la courbe.

Levons la difficulté : pour éviter tout tâtonnement du point *x* pris pour centre & d'une ouverture de compas égale à l'épaiſſeur du gabord, tracé un quart de cercle; vous dirigerez la courbure de vos couples de manière qu'elle en touche la circonférence; à chaque point tangent la normale ſera le rayon du quart de cercle à ce point; & elle donnera avec le premier élément de la courbe qui lui appartient, la figure de la rablure.

On a le trait intérieur de l'étambot diſtant d'une épaiſſeur de bordage du trait de la rablure.

Le mouvement de la droite *x b* ayant engendré le can inférieur du gabord, ſe termine dans l'angle formé par les traits des rablures de la quille & de l'étambot; parvenue là, cette droite *x b* eſt bien plus abſolument hori-

zontale & en même temps on voit par la configuration des lignes d'eau, qu'elle eſt perpendiculaire au plan vertical-longitudinal ; elle eſt l'arête formée par le can inférieur du bordage & ſon about qui ſe loge dans la rablure de l'étambot.

La faiſant mouvoir maintenant de manière à engendrer cette ſuite d'abouts de bordage contigus, ſon point x conſtamment ſur le trait de la rablure de l'étambot, elle dévirera de manière que, parvenue à la barre d'hourdy, de perpendiculaire au plan vertical-longitudinal, elle lui ſera devenue parallèle. Et effectivement le bordage aboutiſſant dans l'angle formé par l'étambot & cette barre d'hourdy, aura dans ce point d'aboutiſſement la même normale que cette pièce a à ſon milieu ou à peu près, qui eſt dans le plan vertical-longitudinal.

Pour avoir la poſition des normales terminant le pourtour des différentes ſections horizontales & autres ſections longitudinales, il faut employer la méthode indiquée pour la terminaiſon des couples, c'eſt-à-dire, celle du quart du cercle ayant pour rayon l'épaiſſeur du bordage ou une de ſes fonctions pour les liſſes obliques; on aura cette terminaiſon pour les plans longitudinaux & la figure de la rablure à chacun.

Les préceintes & les bordages de diminution s'épuiſent ſur la barre d'hourdy, en ſorte qu'il n'aboutit ſur l'étambot que des bordages de point; mais ſur l'étrave aboutiſſent les préceintes grandes & petites, les rempliſſages, les bordages de diminution ; ce ſont leurs différentes épaiſſeurs qui doivent régler la diſtance du trait de la rablure au trait intérieur de l'étrave, par analogie à ce qui

a été dit pour le deſſus de la quille. Les hauteurs de ces différentes ſortes de bordages aboutiſſant à ladite étrave, ſe trouvent ſur le plan vertical-longitudinal. Leur point ſe trouve dans le devis de charpentage; ainſi il n'y aura pas de difficultés pour déterminer le trait de la rablure.

Nous obſerverons ſeulement qu'à l'égard des bordages de diminution, il ne faut pas régler cette diminution par bordages qui peuvent avoir plus ou moins de largeur, mais par un certain rapport de cette épaiſſeur à une certaine longueur priſe au courant du maître coupe.

Par exemple, pour le Vaiſſeau ſur lequel nous nous exerçons, il eſt dit que les bordages au deſſous des préceintes qui ont 7 pouces $\frac{1}{4}$ d'épaiſſeur, diminueront d'un quart de pouce par bordage, juſqu'à n'avoir que 4 pouces $\frac{1}{2}$, qui eſt celle du bordage du point; mais le bordage peut avoir 14 pouces de largeur, il peut n'en avoir que 10.

Pour qu'il y ait quelque choſe de déterminé, ſuppoſons le bordage d'un pied de laize; un quart de pouce eſt $\frac{1}{48}$; ainſi la diminution de l'épaiſſeur de 7 pouces $\frac{1}{4}$ à 4 pouces $\frac{1}{2}$, c'eſt-à-dire, de 3 pouces $\frac{1}{4}$ doit s'opérer ſur un développement de cette quantité, multiplié par 48, c'eſt-à-dire, de 13 pieds, au courant du maître couple qui en a à peu près 36 du deſſous des préceintes à la quille: reſte environ les deux tiers revêtus du bordage de point.

L'étrave n'offre pas autant de développement; cependant comme les bordages de diminution en épaiſſeur diminuent auſſi de largeur en s'approchant de l'étrave, ils ne garniſſent auſſi guère que le tiers de ce développe-

ment de 27 à 28 pieds pour notre Vaiſſeau ; ainſi, après avoir tenu le trait intérieur de l'étrave à une diſtance du trait de la rablure donnée par l'épaiſſeur du bordage de point, ſur ſes $\frac{1}{3}$ de ſon développement à partir du brion, il faut que ce trait s'éloigne inſenſiblement, juſqu'à ſe trouver aux préceintes à une diſtance donnée par l'épaiſſeur de la préceinte, ici de 7 pouces $\frac{1}{2}$, du trait de la rablure.

La barre d'hourdy dans notre Vaiſſeau n'a pas de rablure ; il faut admettre cette nouveauté qui eſt fort bonne. Mais pour celles qui en ont, à leurs extrémités, cette rablure doit être creuſée de l'épaiſſeur des préceintes, diminuant de profondeur ſuivant la diminution des bordages qui y aboutiſſent & qui rejoignent le bordage du point, comme nous l'avons déjà dit, avant d'être rendue à l'angle de cette barre & de l'étambot.

Il y a, au ſurplus, quelques particularités dans ſon travail, dont nous parlerons par la ſuite.

Revenons à l'explication du devis : les hauteurs portées
Pl. IV. dans le n°. premier, ſe prennent ſur les lignes *a b* (*fig.* 13.) *A B*, à commencer des points *a* & *A* de rencontre de la ligne du deſſus de la quille *a A* avec la ligne de côté ou de demi-largeur *a b A B* ; les dénominations de ces lignes en portent la définition. On conçoit que la ligne ou la prolongée de deſſus de la quille *a A* doit être perpendiculaire à la ligne du milieu *a B*. On prend les demi-largeurs, pour chacune des hauteurs, des points de rencontre, des parallèles tirés à ces hauteurs avec la ligne du milieu, ſur leſdites parallèles ; ce qui donne les points de rencontre du maître avec chaque parallèle ; ainſi ſur

la

la ligne, même du deſſus de la quille *a A*, c'eſt-à-dire, où la hauteur eſt zéro, on prend *a o* de chaque côté qu'on voit être de 7 pouces 6 lignes, c'eſt la demi-largeur du taſon ſur quille; on tire à *a A* des parallèles occultes à 2 pouces, à 5 pouces, à 9 pouces $\frac{1}{2}$ &c., à 35 pieds un pouce de diſtance de cette ligne *a A*; ſur les trentes parallèles, on prend de chaque côté & à partir de leur rencontre avec la ligne du milieu, les trente demi-largeurs 11 po., 1 pi. 6 po., 5 pi. 11 po. 5 lig. &c., 17 pi. 9 po. données par la rencontre du maître avec ces parallèles; ainſi on a une grande quantité de points du trait de la principale ſection ou du maître, qui ſervent à le tracer au naturel, comme nous le verrons.

On multiplie les parallèles vers le fond des Vaiſſeaux qui ont beaucoup de plat de varangue, pour avoir une plus grande quantité de points dans cette partie, qui, ſans cela, ſeroit mal déterminée.

A la hauteur de 9 po. 6 lig. on voit écrit *fauſſe liſſe*, à celles de 1 pi. 7 po., 5 pi., 9 pi. 6 po. 3 lig. &c., *première liſſe* ou *liſſe du fond*, *ſeconde liſſe*, *troiſième liſſe*, &c. Cela ſignifie qu'une des extrémités des liſſes *f l*, *F L*; *1 l 1'*, *IL I'*; *2 l 2'*, *IIL II'*; *3 l 3'*, *IIIL III'* &c. ſe trouve aux points de rencontre des parallèles à ces hauteurs 9 po. 6 lig., 1 pi. 7 po. &c. avec le maître; ainſi pour déterminer ſur le vertical, la poſition de ces ſortes de liſſes, qui giſſent dans des plans, on n'a plus beſoin que de leur hauteur ſur la ligne du milieu, que l'on voit au n°. 4 : quant aux liſſes giſſantes dans une ſurface courbe, telle que la 6e. liſſe *6 l 6'*, *VIL VI'* & la partie de l'avant des 7e. & 8e. *VIIL VII' VIIIL VIII'*,

il faut autant de points de hauteur pour les déterminer, qu'il y a de ſections verticales-latitudinales, ou couples de levée.

On imagine ſur les plans d'élévation tels que celui de la Pl. V. *fig.* 14, une perpendiculaire à la quille de l'avant *P P'* & une de l'arrière *p p'* qui les terminent. Ces perpendiculaires ſervent ordinairement à déterminer la figure de l'étrave, la poſition de l'étambot; c'eſt de l'une d'elles qu'on part pour la diſtribution des couples; la diſtance entre elles marque la longueur du Bâtiment.

Souvent la plus grande partie du contour de l'étrave eſt un arc de cercle; alors une certaine diſtance à la perpendiculaire de l'avant, & une certaine hauteur au-deſſus de la quille, en détermine le centre, & on en donne d'ailleurs le rayon: mais quand la courbure de l'étrave n'eſt Pl. V. point circulaire, comme dans la *fig.* 14, il faut s'en procurer d'autant plus de points que l'on veut plus d'exactitude dans ſon tracé.

Dans l'Article n°. 2 on voit deux colonnes, l'une de hauteur de deſſous quille, l'autre de diſtances ou ordonnées, relativement à la perpendiculaire de l'étrave. Ces hauteurs, comptées ici de deſſous quille, ſe prennent ſur la perpendiculaire; ainſi à 1 pi. 5 po. du deſſous de la quille (c'eſt la hauteur de la quille), à 4 pi., à 7 pi. 1 po. 6 lig. &c. à 36 pieds, on marque des points ſur cette perpendiculaire *P P'* pour leſquels on mène à la quille des parallèles occultes & indéfinies; on prend ſur chacune de ces parallèles, la diſtance indiquée dans la colonne des ordonnées à partir du point de leur interſection avec la perpendiculaire, ce ſera le point de rencontre de l'or-

donnée avec le trait courbe de l'étrave ; ainſi où la hauteur eſt zéro, il y a 15 pieds de diſtance du point *P* où eſt élevée la perpendiculaire à la naiſſance de l'étrave *B* ; ſur la parallèle tirée à 1 pi. 5 po. de hauteur (qui eſt le deſſus de la quille), on a 12 pi. 7 po. de diſtance entre les deux points d'interſection ; à 4 pi. on a 9 pi. 4 po. 9 lig. &c., à 21 pi. 10 po., les diſtances qui avoient été priſes ſur l'arrière ſe prennent ſur l'avant, parce que l'étrave a coupé plus bas la perpendiculaire : là, il y a ſix lignes à prendre ſur l'avant ; à 24 pi. 9 po., 7 po. &c. ; à 36 pi., 1 pi. 6 po.

Ces points ſuffiſent pour déterminer le tracé de la partie extérieure de l'étrave ; on voit que du trait extérieur de l'étrave à celui du trait de la rablure il y a 10 pouces ; c'eſt aſſez pour tracer ce trait, qui intéreſſe d'autant plus qu'il guide pour le trait intérieur de l'étrave, lequel, fait d'après l'épaiſſeur du bordage, ſert à déterminer les points d'aboutiſſement des liſſes, lignes d'eau & autres ſections longitudinales, employant cette épaiſſeur normalement.

La diſtribution des couples n°. 3 eſt la détermination de la place des ſections ou coupes latitudinales dont nous avons parlé au Chapitre premier de la première Section ; elle donne l'emplacement des couples dont ces ſections procurent le gabariage ; cette diſtribution ſe relève ſur la quille & l'on voit que de la perpendiculaire de l'étrave au 7e. avant, c'eſt-à-dire, de *P P'* à *VII VII'* il y a une diſtance de 7 pi. 6 po. 6 lig. ; du 7e. au 6e. c'eſt-à-dire, de la ſection *VII VII'* à celle *VI VI'* encore 7 pi. 6 po. 6 lig. du 6e. au 5e. & juſqu'au maître avant 10 pi. 1 po., c'eſt-à-dire, qu'il y a cette diſtance de *VI* en *V*, de *V* en

IV &c. de *I* en *M*; du maître avant au maître arrière il y a 12 pi., c'eſt 12 pi. de *M* à *m*; du maître arrière au un arrière, & juſqu'au 7e., 10 pi. 1 po., c'eſt-à-dire, qu'il y a cette diſtance entre *m* & 1, 1 & 2, 2 & 3 &c. 6 & 7 Du 7e. arrière à la perpendiculaire de l'étambot *p p'* 13 pi. 10 po.; c'eſt la diſtance de 7 7' à cette perpendiculaire. Du 7e. au faux couple, 5 pieds; cela ſignifie qu'il y a une ſection intermédiaire du 7e. à la perpendiculaire, à cette diſtance du 7e.; on appelle en général *faux couple*, *fauſſe liſſe*, des couples, des liſſes ajoutés après coup pour la plus grande perfection de l'ouvrage.

On peut voir que les 6 diſtances du maître avant au 6e. avant, & les 7 du maître arrière au 7e. arrière: en tout 13 diſtances de 10 pi. 1 po., ajoutés aux 12 pi. d'un maître à l'autre, aux 13 pi. 10 po. du 7e. arrière à la perpendiculaire, & aux 7 pi. 6 po. 6 lig. du 6e. au 7e. avant, & 7 pi. 6 po. 6 lig. du 7e. à la perpendiculaire de l'étrave, font une ſomme de 172 pieds pour la longueur du Bâtiment d'une perpendiculaire à l'autre.

Le n°. 4 indique la hauteur de l'une des extrémités de chaque projection des liſſes ſur la ligne $\alpha\beta$ du milieu
Pl. IV. du plan vertical (*fig.* 13.): l'autre extrémité de chacune de ces liſſes eſt déterminée ſur le maître couple au n°. 1: ainſi pour celles d'entr'elles qui giſſent dans des plans, dont les projections ſont par conſéquent des droites, la détermination de ces projections eſt donnée par ces deux points extrêmes de chacune.

Pour relever ces hauteurs du point α on prend une ouverture de compas αL; elle ſe trouve de 4 pi. 3 po.: c'eſt la hauteur de la fauſſe liſſe pour la partie de l'avant. Du

même point α on prend αl, c'eſt la hauteur 6 pi. 2 po. 6 lig. de la même liſſe pour l'arrière; on a pris pareillement les diſtances $\alpha I'$, $\alpha 1'$, $\alpha II'$, $\alpha 2'$, $\alpha III'$, $\alpha 3$, &c. αY, αi, $\alpha 7'$, $\alpha 8'$; & on a eu les hauteurs de liſſes 6 pi. 10 po., 15 pi. 8 p. 6 lig., 10 pi. 6 po., 20 pi. 11 po., 13 pi. 8 po., 24 pi. 6 po., &c.

La 6e. liſſe pour l'avant & l'arrière, & la 7e. pour l'avant ne ſont pas déterminées par ces hauteurs; nous en avons donné la raiſon à l'explication n°. 1 : elles le ſont après.

La 6e. liſſe arrière n'aboutit pas ſur l'étambot; elle ſe termine à la tête de l'eſtain : c'eſt pourquoi elle ne peut avoir de détermination de hauteur ſur la ligne du milieu pour l'arrière.

Le n°. 5 donne l'ouverture des couples ſur les liſſes, c'eſt-à-dire, leurs points d'interſection avec la projection des liſſes (*fig.* 13.). Il ne faut pas perdre de vue que ce que Pl. IV. l'on appelle couple dans ce devis, ce ſont des coupes ou ſections qui en forment le gabariage. Ces ouvertures pour les fauſſes liſſes, première, ſeconde &c. juſques & compris la cinquième ſont relevées ſuivant l'obliquité de ces liſſes; ainſi pour la fauſſe liſſe (partie de l'avant) la diſtance 6 pi. 10 po. 6 lig. de la ligne du milieu au maître, eſt priſe du point L au point F; on continue de prendre de ce point L, les diſtances des points d'interſection avec cette liſſe, des couples 1, 2 &c. & l'on trouve par exemple, pour l'ouverture du couple 6 (partie de l'avant) la diſtance $L\ VI'$ de 1 pi. 6 po. 3 lig.; pour l'ouverture du couple 6 (partie de l'arrière), toujours ſur cette fauſſe liſſe, 2 pi. 2 po. 6 lig., diſtance de 6′ en l; pour celle du couple 7, 11 po. 6 lig. diſtance de 7′ en l. Ceci ſuffit pour faire

voir comme l'ouverture de ces 6 lisses a été relevée, & l'usage qu'on en peut faire.

Les ouvertures sur la fausse lisse (intermédiaire des 6e. & 7e.) pour l'avant & pour l'arrière; ainsi que sur les 7e. & 8e. & celle de rabattue pour l'arrière seulement : ces ouvertures, dis-je, ont été prises différemment; lorsqu'on a dressé le devis, au lieu de les prendre selon l'obliquité de ces lisses, on les a prises carrément; par exemple, au lieu de prendre la distance de FL' à Y, on a pris la distance de FL' à la ligne $\alpha\ \beta$ selon une perpendiculaire abaissée du point FL' sur cette ligne $\alpha\ \beta$, & on l'a trouvée du 21 pi. 6 po. On a pris de même perpendiculairement tous les points d'intersection des coupes avec cette lisse & on en a eu les ouvertures au carré : ainsi pour le 6e. couple du point VIe sur cette lisse, à la ligne du milieu, on trouve 16 pi. 6 po.; pour le 7e. du point VIIe, toujours carrément à la ligne du milieu 11 pi. 8 po. 3 lig.; & ainsi pour les autres lisses que nous venons d'indiquer. On reviendra du devis au tracé par un procédé réciproque.

La hauteur de la projection de la lisse de rabattue de l'arrière, n'est déterminée ni sur la ligne du milieu, ni sur le maître, mais sur l'allonge de cornière de $6'$ / par une hauteur de 45 pi. 2 po. & une demi-largeur de 11 po. 6 lig.; & sur le premier couple arrière en R par une hauteur de 41 pi. 2 po., & une demi-largeur de 16 pi. 8 po. 6 lig.: cette lisse étant une ligne droite, les demi-largeurs qui suivent, suffisent pour déterminer les autres couples.

Quant aux lisses à double courbure, comme la 6e. lisse pour l'avant & pour l'arrière; les 7e., 8e. & de rabattue pour l'avant seulement : les deux extrémités de leur pro-

jection ne les déterminant pas, comme nous l'avons déjà observé, il faut prendre toutes les hauteurs de leurs points d'intersection avec les couples, en même temps que leur ouverture au carré : c'est de cette manière que ces points sont déterminés dans le devis ; on voit pour chacune, deux colonnes, l'une de hauteur, l'autre de demi-largeur ou d'ouverture ; par exemple, dans la colonne de la sixième lisse ou du fort on voit, pour son intersection avec le quatrième couple de l'avant, une hauteur de 21 pi. 8 po. & une largeur de 21 pi. 7 po. 3 lig. ; c'est la détermination du point *K* qui est à ces distances perpendiculaires de la ligne du dessus de la quille *α A* & de celle du milieu *α β*.

Tous les couples de levée excepté le septième avant sont censés aboutir sur la quille ; car s'il y a des massifs de l'avant & de l'arrière, ils en sont la prolongation, & ils se travaillent d'après les gabarits de ces couples, dont le pied part du dessus de la quille. Ce pied des couples ou de leurs gabarits à différentes largeurs, suivant la figure de la rablure dont nous avons parlé au commencement de ce Chapitre. Le devis donne 7 pouces $\frac{1}{2}$ de demi-largeur aux talons des maîtres, & c'est à peu près celle qu'ils doivent avoir, pour que la courbe soit bien suivie jusqu'au fond de la rablure de la quille. Mais ce que nous avons dit de la figure de la rablure met à même de la déterminer avec plus de précision.

Le n°. 6 est le relevé de la hauteur du pied du couple 7 avant, à la rablure de l'étrave : la figure de cette rablure le donnera aussi avec plus de précision.

Le n°. 7 est le relevé de la position de l'étambot (*fig.* 14.). Pl. V.
Le point d'intersection de sa partie extérieure avec la

perpendiculaire & ſa *quête*, qui eſt la diſtance du pied à cette perpendiculaire, donne la poſition en queſtion : il ne faut pas oublier de remarquer que le trait de ſa rablure eſt à 10 po. du trait extérieur, parce que ce trait de rablure eſt eſſentiel pour en déterminer la figure & par-là ſe procurer l'aboutiſſement des liſſes, des lignes d'eau & autres ſections longitudinales.

Dans le n°. 8 eſt d'abord le relevé de la ligne droite de la liſſe d'hourdy; cette ligne droite eſt imaginée tirée d'un des angles ſolides ſupérieurs de l'avant de la liſſe d'hourdy à l'autre, ainſi le bouge vertical doit être en deſſus, & le bouge horizontal ainſi que l'épaiſſeur de la liſſe, en arrière; la projection de cette ligne, qui ne
Pl. V. peut être qu'un point ſur le plan d'élévation (*fig.* 14.), eſt à 26 pi. 6 po. 6 lig. de hauteur du deſſus de la quille, & 3 pi. 5 po. de diſtance de la perpendiculaire de l'étambot: dans ce même n°. 8 on voit les bouges & dimenſions de cette liſſe d'hourdy.

La poſition des eſtains dont il eſt queſtion dans le n°. 9 en dépend; de l'extrémité 6 *l* de la ligne droite de la liſſe
Pl. VI. d'hourdy 6 *l* *A'* projetée ſur le plan horizontal (*fig.* 24.), on a tiré une ligne droite à un point de la ligne du milieu *A''* diſtant de 6 pi. 9 po. de la perpendiculaire de l'étambot. Cette ligne droite eſt la projection du plan où gît l'un des
Pl. V. eſtains repréſentés par *E E'* 6' (*fig.* 13.); on voit que ce plan de l'eſtain eſt vertical, mais non pas perpendiculaire à la quille comme les plans des couples; il ſe diviſe ainſi pour des raiſons de charpentage dont nous parlerons en temps & lieu. Il réſulte delà que *E E'* 6' en eſt ſa projection ſur le plan vertical, mais non ſa figure (c'eſt ce que

que l'on appelle l'*eſtain au carré*); pour en avoir le gabarit ou l'eſtain vrai, il faut tirer à cette projection *E E' 6'*, la ligne du milieu priſe pour axes des abſciſſes, un certain nombre d'ordonnées ſuffiſant pour déterminer la courbe, & dans une figure à part, des mêmes abſciſſes tirer des ordonnées qui ſoient à celles de la projection, chacune à chacune dans le rapport de la projection de l'eſtain *6 l A''* (*fig.* 24.) à la ligne droite *6 l A'* de la liſſe d'hourdy : ce que nous verrons plus amplement dans le tracé auquel il nous faut maintenant paſſer, ayant dans ce devis tout ce qui eſt néceſſaire pour déterminer la figure du Vaiſſeau en tout ce qu'il a d'eſſentiel. Pl. VI.

TROISIÈME SECTION.

Du tracé des Plans & Epures.

Le devis que nous venons de donner avec ſon explication a été relevé ſur un plan; réciproquement avec ces ſortes de devis on trace des plans, ſoit ſur le papier, ſoit à la ſalle des gabarits, lequel dernier procédé en donne les épures ou gabarits. Nous ne nous arrêtons pas au tracé ſur le papier, parce que c'eſt une opération à faire à la règle & au compas, au moyen d'une échelle, inſtruments familiers au moindre des géomètres & que l'on y ſuit d'ailleurs les méthodes données pour le tracé à la ſalle, dont nous allons nous occuper.

Une difficulté dans cette ſorte d'architecture eſt la conduite des courbes qui ne ſe rencontre pas ou qui ſe rencontre peu dans l'architecture civile & militaire; quelques Ingénieurs ſe ſont exercés à les tracer à la main

& y ont parfaitement réuſſi; ce talent n'eſt pas mépriſable, ſurtout quand il vient de diſpoſitions naturelles & non d'un long exercice qui demanderoit trop de temps. Ainſi, pour le tracé de ces courbes, comme on emploie pour le tracé à la ſalle des lattes de ſapin, il convient d'en employer de proportionnées au deſſin, ſoit en bois, ſoit en baleine, ſoit en acier. Voyez le mot *latte de conſtructeur* (*a*) auquel je n'ai ici rien à ajouter.

CHAPITRE PREMIER.

Du tracé à la ſalle des Gabarits.

Le tracé des Vaiſſeaux, c'eſt-à-dire le deſſin de grandeur naturelle d'une partie des plans dont nous venons de parler, ſe fait dans une grande ſalle conſtruite dans les arſenaux de marine & diſpoſée pour cet effet; le plancher en eſt fort uni; on y trouve des règles de toutes grandeurs, des équerres, des lattes &c.; on voit dans le vocabulaire ce que c'eſt que tous ces inſtruments: on le verra mieux par l'uſage que nous en allons décrire.

Le devis ſous les yeux, ouvert à l'article du maître couple, on fait mener ſur le plancher, une ligne indéfinie pour avoir le trait du deſſus de la quille & ſa prolongation; on prend ſes meſures de manière à ménager le terrein; car quelque grande que ſoit la ſalle, il faut tant d'eſpace, particulièrement pour le développement des liſſes, qu'on ne peut y tracer les grands Vaiſſeaux en en-

(*a*) On prévient que les renvois à des mots ſont des renvois à notre Encyclopédie maritime: voyez *le mot* LATTE DE CONSTRUCTEUR: c'eſt le mot *Latte de Conſtructeur* dans cet Ouvrage.

tier ; on commence par une des parties, celle de l'avant ou de l'arrière : on trace, comme l'on dit, le quartier de l'avant ou le quartier de l'arrière : quand on n'en n'a plus affaire, on opère pour l'autre. Pour tracer cette ligne indéfinie, on prend deux points à la diſtance l'un de l'autre, au moins de la largeur du Bâtiment, ſi on peut tracer le vertical en une ſeule fois, ou de ſa demi-largeur ſi l'on n'en peut tracer qu'un quartier. Deux hommes tendent une ligne de charpentier blanchie avec du blanc d'Eſpagne, d'un de ſes points à l'autre, & l'un d'eux la pinçant de deux doigts, en bande le reſſort en l'élévant contre l'effort de ſa tenſion, bien à plomb, c'eſt-à-dire, dans le plan vertical qui paſſeroit par les deux points ; il la lâche ſubitement & ſon choc ſur le plancher y imprime une partie du blanc dont elle avoit été frottée. L'un des charpentiers alors largue (lâche) la ligne, l'autre la roule ſur ſon petit barillet, & ils ont ſoin de la blanchir chaque fois qu'elle doit marquer un trait, la frottant ſur une pièce de blanc d'Eſpagne : on ſouffle ſur ce trait pour en enlever le peu de pouſſière blanche qu'il l'environne, afin qu'il demeure bien net.

On élève à cette ligne une perpendiculaire, ce qui ſe fait avec une *équerre ;* cette équerre eſt compoſée de deux règles bien dreſſées, aſſemblées très-exactement à angle droit & contenues dans cette diſpoſition par une eſpèce d'arc-boutant ; on met la partie extérieure de l'une des branches ſur le trait que l'on a tracé ; à l'angle on marque avec un compas de charpentier, un point qui doit être, comme on le voit, ſur la ligne blanche ; on porte un pareil point à l'autre extrémité de la branche verticale de l'équerre ;

on la tire un peu à côté, & par ces deux points on mène une ligne indéfinie, toujours avec la ligne blanchie. Pour vérifier cette perpendiculaire, on tourne la branche horizontale de l'équerre de manière qu'elle ſe trouve de l'autre côté, ſur la prolongée du deſſus de la quille, & on voit ſi la branche verticale eſt en même temps ſur le trait du milieu; ſi cela eſt, la ligne eſt bien d'aplomb & on a l'angle droit
PL. XXI. $\alpha\alpha\beta$ (*fig.* 6', celle du tracé); s'il y a quelqu'inexactitude, on cherche d'où elle provient. Si l'on parle ici de branches *verticales*, *horizontales*, *d'aplomb*, c'eſt parce qu'on ſe figure ſon plan dans la ſituation naturelle de l'objet qu'il doit repréſenter.

I.

Du tracé du Maître Couple.

On voit dans le devis n°. 1 que la plus grande demi-largeur du Vaiſſeau eſt de 22 pi. 3 po. 7 lig.; on prend cette quantité ſur la ligne du deſſus de la quille du point α en a, mettant le bout d'une règle diviſée en pieds, pouces & au moins quarts de pouces: mettant le bout de cette règle, dis-je, en α, & marquant le point a à 22 pi. 3 po. 7 lig. (Ces points, une fois pour toutes, ſe font avec la pointe d'un compas de fer, qu'on enfonce légèrement dans le plancher, de façon qu'il marque pour le moment, mais qu'il puiſſe s'effacer peu après, les pores du bois ſe reſſerrant); on fait auſſi en cet endroit une marque ſur la règle; on la tranſporte bien parallèlement à la ligne αa (toujours le même bout ſur la ligne $\alpha\beta$) & à une diſtance de trente à quarante pieds de cette ligne αa, on porte un autre point diſtant de la ligne $\alpha\beta$ de la demi-

largeur 22 pi. 3 po. 7 lig. donnée par la règle : pour vérifier ſi cette diſtance eſt bien exacte, fixant la marque de la règle ſur ce point comme centre, on fait mouvoir ſon extrémité en arc de cercle pour voir s'il arraſe juſte la ligne $\alpha\beta$, ou, pour parler géométriquement, s'aſſurer ſi cette ligne y eſt tangente : alors la ligne qu'on menera par ce point & celui α, ſera parallèle à $\alpha\beta$: c'eſt la ligne de demi-largeur ab : on a dit comme on trace ces lignes.

Quand on a fini une opération avec une règle, il faut avoir le plus grand ſoin d'effacer les marques qui y avoient été faites. Vous effacez donc la marque à 22 pi. 3 po. 7 lig. de deſſus celle dont vous vous ſervez, & vous y marquez toutes les hauteurs du deſſus de la quille que vous trouvez dans le devis, toujours n°. 1, 2 po., 5 po., 9 po. 6 lig., 1 pi. 1 po. 6 li. &c. 35 pi. 1 po.; & cela avec un crayon blanc aſſez fin pour que ces diviſions ſoient bien exactes; vous mettez le bout où vous les avez commencées ſur a, la règle ſur ab; ſa face graduée & où ſont les marques, poſée verticalement; à chacune de ſes marques vous faites les points 1, 2, 3, 4 &c. 30; vous portez ſemblablement la règle ſur $\alpha\beta$ & vous faites les mêmes opérations : par les points 11′, 22′, 33′, 44′, &c. 30 30′, vous tirez des lignes toutes parallèles entr'elles & à la ligne αa : on voit que ce ſont les hauteurs pour les demi-largeurs du devis.

Ayant effacé les marques de ces hauteurs de deſſus la règle, on y porte celles des demi-largeurs, à commencer de 7 po. 6 lig., juſqu'au fort ou la plus grande largeur 22 pi. 3 po. 7 lig.; on place la règle ainſi diviſée & avec les précautions indiquées, d'abord ſur la ligne du deſſus de la quille où la hauteur eſt zéro ; on fait un point ſur

cette ligne à la diviſion 7 po. 6 lig.; on remonte la règle ſur la ligne 11′, on y marque un point à la diviſion de 11 po.; on la remonte ſur 22′, on y porte le point à 1 pi. 6 po., & ainſi ſucceſſivement juſqu'à 22 22′, où ſe trouve 22 pi. 3 po. 7 lig.: comme en remontant encore les largeurs diminuent, on n'en n'a pas porté les diviſions ſur la règle, de peur qu'elles ne ſe confondiſſent avec celles du fond; on efface donc celles-ci pour y porter celles 22 pi. 3 po., 21 pi. 9 po. &c. 17 pi. 9 po.; & on les rapporte ſur les lignes 23 23′, 24 24′, 30 30′.

On plante un clou verticalement à chacun des points marqués ainſi, & l'on range, à toucher ces clous, une latte pliante que l'on contient avec autant de clous, enfoncé le long de l'autre face de la latte. Il faut que ces lattes ſoient aſſez minces pour être flexibles, & cependant qu'elles aient aſſez de corps pour plier à peine & bien déterminer la courbure entre les points. Pour que cette courbure ſoit exactement ſuivie, les lattes doivent être d'excellent ſapin du Nord, ſans nœuds & de droit fil: enfin c'eſt à l'uniformité de la force & de la diſpoſition des filaments du bois, que l'on doit en partie l'uniformité de la courbe: au ſurplus, ſi elle ne donne pas bien tout de ſuite, on range encore la latte au moyen de clous intermédiaires, ce qui exige un œil juſte & exercé, avec du goût; il faut d'ailleurs à de certaines lattes, une grande longueur, pour pouvoir tracer le trait en une ſeule fois; on en a de différentes longueurs & de différentes épaiſſeurs, ſuivant la longueur & le pli des courbes où elles doivent être employées. Quand on eſt content de la courbe

que donne la latte, on la trace au crayon blanc & à la ſanguine, cette latte ſervant de règle.

Remarquez que pour le point de rencontre de la courbe avec le trait du deſſus de la quille, ſans s'attacher à la demi-largeur 7 po. $\frac{1}{2}$ portée dans le devis, il faut employer l'opération que nous avons preſcrite p. 21 l. 17 (*); c'eſt-à-dire, que du point x de la rablure pris pour centre, vous tracerez un arc de cercle, ayant pour rayon l'épaiſſeur du gabord (ici 4 po. $\frac{1}{2}$). Vous menerez votre courbe de façon qu'elle touche l'arc de cercle. Il en ſera de même pour tous les pieds de couples.

Au point f de rencontre de la courbe & de la parallèle $33'$, on fait une contre-marque : c'eſt le lieu où la fauſſe liſſe rencontre le maître couple ; aux ſemblables points $1\,l$, $2\,l$ &c. ſur les parallèles 5, 9 &c. on fait de pareilles marques, pour les premières, ſecondes &c. liſſes, & à ces contre-marques vous cotez le n°. de la liſſe ; leurs extrémités ſont déterminées ſur la ligne du milieu, comme nous le verrons bientôt. Mais pour ſuivre l'ordre du devis, occupons-nous du tracé de l'étrave.

II.

Du tracé de l'Etrave.

Tirez ſur le plancher de la ſalle une ligne indéfinie VP (*fig.* 9*.). Elevez-y, au point P, une perpendiculaire PP' : PL. XXI. on ſait comme ſe tracent ces lignes, & comme s'élèvent ces perpendiculaires. Celle-ci eſt la perpendiculaire de l'é-

(*) Partout où on trouvera des renvois analogues, on aura recours à la page & la ligne indiquées : p. 21, l. 17, ſignifie *page* 21, *ligne* 17 de l'Ouvrage.

trave ; par le point V menez une parallèle VV' à PP' ; VP eſt la ligne du deſſous de la quille : marquez ſur une règle les hauteurs que vous trouverez dans le devis à l'Article 2 *du tracé de l'étrave ;* mettant le bout de cette règle, d'où vous avez commencé vos marques d'abord ſur P & enſuite ſur V, portez ſur les perpendiculaires PP', VV', ces hauteurs 1 pi. 5 po., 4 pi., 7 pi. 1 po. 6 lig. &c. 36 pieds ; par ces diviſions menez les parallèles $11'$ $22''$ $33'$ &c. 12 $12'$; ayant effacé les hauteurs de deſſus la règle, portez-y les ordonnées 15 pi. qui eſt l'élancement, 12 pi. 7 po. qui eſt celle à la hauteur du deſſus de la quille, 9 pi. 4 po. 9 lig. &c. juſques & compris la huitième 5 po. 9 lig. ; portez ces diſtances ſucceſſivement ſur la ligne du deſſous de la quille PV, ſur les parallèles $11'$ $22'$ $33'$ &c. $77'$, à partir de PP' allant vers VV' ; portez par un procédé analogue, ſur les parallèles $88'$ $99'$ &c. 12 $12'$ les points aux diſtances en dehors de la perpendiculaire PP', de 6 lig., 7 po. &c. 1 pi. 6 po. Par ces treize points, au moyen d'une latte rangée avec des clous, faites paſſer une courbe ; elle ſera le tracé extérieur de l'étrave : un autre trait intéreſſant à avoir pour l'aboutiſſement des liſſes, du pied du coltis &c., c'eſt celui du trait de la rablure ; il eſt à dix pouces au-dedans de celui que nous venons de nous procurer ; ainſi prenant une grande quantité de points à dix pouces de diſtance du trait extérieur & bien carrément, c'eſt-à-dire, géométriquement parlant, ſur des perpendiculaires aux tangentes à cette courbe : tous les points appartiendront à cette nouvelle courbe. On prend fort bien ces points carrément à vue d'œil, avec un grand compas de bois à quart de cercle & à vis,

les

les pointes en fer : vous l'ouvrez de 10 pouces, vous le contenez dans cette ouverture en ſerrant la vis : portant une des pointes de ce compas, ainſi diſpoſé, ſur le trait extérieur de l'étrave, & l'autre pointe à la plus grande diſtance de ce trait, eſtimée à l'œil, vous avez le point cherché, que vous vérifiez en le prenant pour centre & faiſant mouvoir l'autre pointe du compas ſur le trait de l'étrave. Si l'arc du cercle ne fait que le raſer, le toucher, ſans le croiſer, le point eſt bon. Vous vous en procurez de cette manière autant qu'il vous eſt néceſſaire. Par tous ces points vous faites paſſer une nouvelle courbe, qui eſt le trait de la rablure de l'étrave. Vous prenez ſur votre règle d'après le n°. 3 *de la diſtribution des couples*, dont nous allons nous occuper plus particulièrement, la diſtance de la perpendiculaire de l'étrave au ſeptième avant de 7 pi. 6 po. 6 lig. & celle du ſeptième au ſixième avant de la même quantité ; vous les portez ſur *PV*, de *P* en *VII* & de *VII* en *VI* ; par les points *VII* & *VI*, vous menez des perpendiculaires à *PV* ou des parallèles *PP'* ; ce ſont les projections du couple *VII*, ou du coltis, & du couple *VI* dont il faudra rapporter le pied ſur le gabarit de l'étrave & du brion, comme nous l'expliquerons en temps & lieu.

III.

Préparation au tracé des Liſſes.

On ne trace point d'ailleurs à la ſalle le plan d'élévation ; mais, pour l'axe des liſſes, on mène une ligne indéfinie ſur laquelle on porte la diſtribution des couples ; pour cet effet on marque ſur la règle 7 pi. 6 po. 6 lig. ; on porte

deux fois cette distance, savoir, d'une des extrémités de
Pl. VI. la ligne *Pp*, en *VII a* (*fig.* 23.) (*a*), & de *VII a* en *VI a*; on porte ensuite de la même manière six distances de 10 pi. 1 po. de *VI a* en *V a* de *V a* en *IV a* &c. de *I a* en *M a*; & après avoir mis 12 pi. de *M a* en *m*, on porte sept autres distances de 10 pi. 1 po. de *m* en 1, de 1 en 2, de 2 en 3 &c. & de 6 en 7: du point 7 on porte une distance totale de 13 pi. 10 po. pour avoir le point *p* de la perpendiculaire de l'étambot, & de ce même point 7 une autre distance de 5 pi. qui marque le faux couple en *f c*; par tous ces points ou même des perpendiculaires indéfinies à *P p*: c'est sur ces perpendiculaires que seront prises les ordonnées des différentes lisses.

I V.

Du tracé sur le vertical-latitudinal de la projection des Lisses, particulièrement de celles qui gissent dans des Plans.

D'après le n°. 4 *de la position des lisses sur la ligne du milieu*, on marque sur une des plus grandes règles de la salle, pour la partie de l'arrière, les hauteurs 6 pi. 2 po. 6 lig., 15 pi. 8 po. 6 lig., 20 pi. 11 po. &c. 46 pi. 1 po.
Pl. XXI. On pose cette règle sur la ligne du milieu $\alpha\ \beta$ (*fig.* 6′.): son extrémité, sur laquelle on a commencé les divisions, sur α: on rapporte ces hauteurs en *l*, 1′, 2′ &c. 8′; de

(*a*) Nous ne répétons pas la figure sur une plus grande échelle, comme nous l'avons fait pour le maître, par des raisons dont nous rendons compte ci-après en parlant du tracé des lisses.

ces points à ceux *f*, 1 *l*, 2 *l* &c. 8 *l*, chacun à chacun, on tire les droites *f l* 1 *l* 1′, 2 *l* 2′ &c. 8 *l* 8′, il faut en excepter 6 *l* 6′ qui ne doit pas être une droite : mais la fausse lisse *f l i* est déterminée par son point *i*. Pour la partie de l'avant, on porte sur cette même ligne du milieu, d'une manière analogue, les hauteurs 4 pi. 3 po., 6 pi. 10 po. &c. 31 pieds qui servent, avec des points placés semblablement à ceux *f*, 1 *l*, 2 *l* &c. 8 *l* sur le maître, pour ce quartier de l'avant, à avoir les lisses. Il y a aussi quelques exceptions pour les lisses giſſant sur des surfaces courbes ; on trouve à leur égard dans le devis, les hauteurs & demi-largeurs de leurs points d'intersection avec chaque coupe : on se conduira pour ces lisses comme nous allons bientôt l'expliquer pour celle 6 *l* 6′ du quartier de l'arrière, voulant éviter de nous répéter inutilement.

V.

De la détermination des points d'intersection du gabariage des Couples, ou des sections verticales-latitudinales, avec les projections des Lisses sur le vertical : lesquels points en donneront le tracé.

Passons à l'article de l'ouverture des couples sur les lisses. Le mot *ouverture* en architecture navale, indique communément la largeur. Les couples sont plus ou moins serrés, pincés, plus ou moins ouverts, selon les divers endroits du Bâtiment ; ce qui en détermine la largeur dans ces endroits : ainsi, ces points de l'ouverture des couples sur les lisses, ne marquent autre chose que la largeur (hors membre) du Vaisseau à chacun de ces points.

PREMIER CAS, *ſuivant l'obliquité des Liſſes.*

Ces points ſur les liſſes juſqu'à la cinquième ont été relevés n°. 5 ſuivant leur obliquité ; ainſi pour la fauſſe liſſe, par exemple, partie de l'arrière, marquez ſur votre règle 8 pi., 7 pi. 1 po. 1 lig., 7 p. 1 po. 9 lig. &c. 11 po. 6 lig., 6 po. ; poſant le point de diviſion 8 pi. ſur *f*, l'extrémité de la règle d'où on a commencé les diviſions doit pouvoir ſe trouver ſur la ligne du milieu en *l* : c'eſt une vérification pour la hauteur des liſſes ſur la ligne du milieu ; car le point ſur le maître & la longueur d'une liſſe donnés, la hauteur de l'extrémité de cette liſſe ſur la ligne du milieu eſt déterminée, & elle doit ſe trouver conforme à celle qui lui appartient dans l'article 4 des hauteurs relevées ſur cette ligne du milieu ; ici 8 pi. de longueur de la liſſe doivent donner 6 pieds 2 po. 6 lig. de hauteur (Voyez cet article 4 *de la poſition des liſſes*). Cependant dans la pratique du tracé ſur le plancher de la ſalle des gabarits, il peut ſe rencontrer quelques petites différences. Il y en aura d'autant moins qu'on aura opéré plus exactement & avec de meilleurs inſtruments. Cette différence étant très-peu conſidérable, il ſeroit peut-être minutieux de s'y arrêter : mais en la négligeant, c'eſt le point donné par la longueur de la liſſe du milieu, auquel il faut s'arrêter plutôt qu'à celui donné de poſition n°. 4 ; c'eſt par cette vérification même qu'il convient de commencer, c'eſt-à-dire, qu'avant de porter les points des couples ſur une liſſe, il eſt à propos d'en porter la longueur totale de ſon extrémité ſur le maître couple à aboutir ſur la ligne du milieu : ſi elle aboutit juſte au point marqué pour ſa

hauteur, l'exactitude eſt la plus grande ; s'il ne s'en faut que d'une ligne ou deux pour un grand bâtiment, on peut s'en tenir-là, abandonnant le point de hauteur qui avoit été donné, par exemple ici au n°. 4 : dans le vrai, on pourroit ſe diſpenſer de faire article de ces hauteurs.

La longueur 8 pi. de votre règle aſſure donc l'exactitude du point de la hauteur 6 pi. 2 po. 6 lig. ſur la ligne du milieu, ou elle vous donne un autre point qui n'en n'eſt pas fort ſenſiblement éloigné ; alors par ce point & celui *f*, vous menez une droite, ayant effacé celle *f l*, ſi elle a été tracée d'après ce qui a été dit ſur l'article de la poſition des liſſes : mais il eſt bon de ne frapper cette ligne, que la vérification faite. La règle toujours poſée, ſon extrémité ſur la ligne du milieu, ſa marque 8 pieds ſur *f*, vous marquez ſur votre projection de liſſe, les points 1 *c*, 2 *c* &c. 7 *c*, *fc* donnés par les diviſions 7 pi. 8 po. 1 lig., 7 pi. 1 po. 9 lig. &c. 11 po. 6 lig, 6 po. : ce ſont les points d'interſection avec la liſſe, des couples 1, 2 &c. 7, faux couple : on opère de même pour les première, ſeconde juſques & compris la cinquième liſſe.

DEUXIÈME CAS. *Pour les Liſſes à double Courbure.*

La ſixième liſſe ou liſſe du fort (toujours n°. 5), eſt à double courbure, c'eſt pourquoi on a les hauteurs pour chaque largeur. On porte ſur la règle ces hauteurs 21 pi. 1 po., 21 pi. 3 po. 3 lig. &c. 25 pi. 2 po. 9 lig., 25 pi. 8 po., 26 pi. 2 po. ; poſant cette règle ſur *a b*, ſon extrémité au point *a* vous marquez les points *m*, 1 *f* &c. 7 *f*, *fc*, *e* donnés par chacune des diviſions ; vous faites la même opération ſur *a β* pour avoir les points *m'*, 1' *f'* &c. 7' *f'*,

$f'c'$, e' par ces points chacun à chacun, vous tirez les parallèles mm', $1f$ $1'f'$ &c. $7f$ $7'f'$, fc $f'c'$, ee'; vous portez enſuite ſur la règle les demi-largeurs qui appartiennent à ces hauteurs, 22 pi. 3 po. 6 lig., 22 pi. 2 po. 6 lig. &c. 17 pi. 3 po. 6 lig., 16 pi. 4 po. 7 lig., 15 pi. 2 po.: la poſant alors, toujours ſon extrémité ſur la ligne du milieu, d'abord ſur mm', vous avez la vérification da la largeur; après ſucceſſivement ſur $1f$ $1'f'$, $2f$ $2'f'$ &c. $7f$ $7'f'$, fc $f'c'$, ee', vous marquez ſur ces droites les points 1 c' 2 c' donnés par les diviſions de 22 pi. 2 po. 6 lig., 21 pi. 11 po. 8 lig. &c.; 7 c' de la diviſion 17 pi. 3 po. 6 lig.; fc' pour 16 pi. 4 po. 6 lig.; e pour 15 pi. 2 po.

TROISIÈME CAS. *Ouvertures priſes au carré, quoique ſur des projections en lignes droites.*

Pour les fauſſe liſſe intermédiaire, ſeptième & huitième liſſe, quoique leurs projections ſoient des droites, les ouvertures des couples n'ont pas été priſes ſuivant l'obliquité de ces liſſes; on en a relevé les demi-largeurs aux points de rencontre: ſi ce changement n'a aucun inconvénient, d'un autre côté je n'en vois pas la raiſon; & je m'y conforme cependant pour que le lecteur ne trouve par la ſuite rien d'étranger dans la façon de préſenter les devis. Quant à la manière de déterminer les hauts par des liſſes à double courbure, elle pourroit avoir l'avantage de donner en même temps la tonture des préceintes, des ponts, des liſſes d'acaſtillage: on ne s'y eſt pas attaché ici; mais on voit facilement ce qu'il y auroit à faire pour cela. Pour en revenir à nos trois liſſes ſupé-

rieures, par exemple, à la fauſſe liſſe intermédiaire des ſixième & ſeptième, portez ſur la règle, des diviſions à 21 pi. 6 po., 21 pi. 4 po. 2 lig. &c. 16 p. 8 po. 7 lig., 14 pi. 11 po. 6 lig.; la longueur 21 pi. 6 po. eſt la vérification de la largeur du maître couple, à ſon point de rencontre avec la liſſe; les autres quantités, par exemple, celle de 16 pi. 8 po. 7 lig. qui eſt la demi-largeur du couple 7 à la liſſe, ſe détermine ſur cette liſſe, en y plaçant le point de diviſion en 7″ de manière que l'extrémité de la règle aboutiſſe carrément à la ligne du milieu. Il faut pour ce procédé un peu de tâtonnement.

Ayant poſé cette règle, à vue d'œil, le plus perpendiculairement à la ligne du milieu, qu'il a été poſſible pour vérifier ſi l'opération eſt exacte, ſon point de diviſion ſur la liſſe priſe, pour centre, on fait mouvoir ſon extrémité de manière qu'elle décrive un arc de cercle, auquel la ligne du milieu ſoit tangente; le point ſur la liſſe n'eſt bon qu'alors. Les autres points ſur cette liſſe, ainſi que ſur les ſeptième & huitième ſe trouvent de même.

QUATRIÈME CAS. *Détermination particulière pour les Rabattues.*

Pour avoir la rabattue conformément au devis, portez ſur la ligne du milieu, à partir du deſſus de la quille, des hauteurs αR & ar' de 41 pi. 2 po. & 45 pi. 2 po.; par ces points R' & r' élevez des perpendiculaires à la ligne du milieu, ou menez des parallèles à la ligne du deſſus de la quille $a\,\alpha$; ſur ces parallèles prenez les quantités 16 pi. 8 po. 6 lig. & 11 pi. 6 lig. de demi-largeur, chacune à chacune de R' en R & de r' en r; menez Rr: on con-

çoit comment ſe font ces opérations avec la règle & la ligne blanche: *Rr* eſt la liſſe de rabattue, ſur laquelle vous prenez les demi-largeurs 16 pi. 3 po. 4 lig, 15 pi. 8 po. 3 lig. &c. 12 pi. 3 p. (au carré, bien entendu) ; cela vous donne ſur cette liſſe les points des couples 2, 3 &c. 7 : le premier couple & l'allonge de cornière ont leurs points en *R* & *r*.

Nous ne répéterons pas pour la partie de l'avant, les procédés que nous venons d'expliquer pour la partie de l'arrière. Nous ferons ſeulement remarquer que les fauſſes & cinq premières liſſes ſont des droites, ſur leſquelles les ouvertures des couples ont été relevées ſuivant leur obliquité ; que la fauſſe liſſe intermédiaire entre les ſixième & ſeptième eſt auſſi une droite, mais que les ouvertures y ſont priſes au carré ; que les ſixième, ſeptième & huitième liſſe ſont des courbes à double courbure: on ſait comme il faut opérer pour chacun de ces trois cas.

On ne trace point à la ſalle le plan d'élévation comme nous l'avons déjà dit : on a expliqué le tracé de l'étrave : la diſtribution des couples ſe fait ſur la quille ; nous venons de nous étendre ſur la manière de déterminer les points des liſſes, par leſquels doit paſſer le périmètre de leur gabariage ; on pourroit conduire, au moyen de la latte pliante, des courbes par ces points, pour avoir ce périmètre, s'il n'étoit ſage de ſaiſir auparavant un moyen de vérification qu'offre le tracé des liſſes, néceſſaire d'ailleurs pour d'autres objets : mais il nous faut auparavant celui de l'étambot, de la liſſe d'hourdy, de la projection des eſtains, indiſpenſable pour terminer le contour des liſſes de l'arrière, comme l'étrave pour l'avant.

VI.

V I.

Du Tracé de l'Etambot, de la Liſſe d'Hourdy, & de la projection horizontale de l'Eſtain.

1°. *De l'Etambot.*

Ayant tracé une ligne *A* 7 (*fig.* 6''.) pour repréſenter le deſſus de la quille, & ayant élevé une perpendiculaire au point *A* pour celle de l'étambot, on prend d'après l'article 7 du devis une diſtance de 26 pi. 6 po. 6 lig. que l'on porte de *A* en *D*; on porte auſſi 2 pi. de *A* en *d*; on fait paſſer une droite par *d D*; c'eſt la partie extérieure de l'étambot; on lui mène une parallèle diſtante de 10 po.: c'eſt le trait de la rablure. PL. XXI.

2°. *De la Liſſe d'Hourdy.*

La ligne droite de la liſſe d'hourdy ſe trouve, comme le point d'interſection du trait extérieur de l'étambot avec la perpendiculaire, à une hauteur du deſſus de la quille de 26 pi. 6 po. 5 lig.: cela n'eſt pas néceſſairement ainſi, mais c'eſt de cette manière dans le plan dont nous nous occupons: menez à la ligne *A* 7, une parallèle *a b* qui en ſoit à cette diſtance; menez une pareille parallèle *a' a'* (*fig.* 6'.) à *a a*; pour continuer de ſatisfaire à l'Article 8 du devis, menez à la diſtance de 3 pi. 5 po. de la perpendiculaire de l'étambot une ligne *d a*, *a' a'* (*fig.* 6''.) qui y ſoit parallèle, portez 5 po. de *a'* en *d'* (*fig.* 6'.); menez à cette même diſtance de 5 po. de *a b* (*fig.* 6''.), la paral-

lèle $\alpha\beta$: cela détermine le bouge vertical; à 11 po. de $d\,a$, $a'\,a''$ menez-leur la parallèle $\delta\,\alpha\,d'$ pour le bouge horizontal; il faut encore mener à 1 pi. 5 po. de $d\,a$, $a'\,a''$ & $\delta\,\alpha\,d'$ les parallèles $c\,b'\,\beta'$ & $\alpha\,\beta\,c'$, pour avoir l'épaiſſeur horizontale de la liſſe d'hourdy; & pour avoir ſon épaiſſeur verticale, à la diſtance de 1 pi. 6 po. de $a\,b$ &

Pl. XXI. de $\alpha\,\beta$, ainſi que de $a'\,\alpha'$ (*fig.* 6′.) mener les parallèles

Pl. XXI. $c\,d$ & $\gamma\,\delta$ (*fig.* 6″.) & $b'\,\beta'$ (*fig.* 6′.) faites les lignes α'

Pl. XXII. a'' & $b'\,\beta'$ (*fig.* 6″.), ainſi que $a'\,\alpha'$ & $\delta''\,\beta'$ (*fig.* 6′.) de la demi-longueur 15 pi. 3 po. de la liſſe d'hourdy: toutes ces opérations donnent les projections $a\,b\,c\,d$ (*fig.* 6″.) de l'extrémité de la liſſe d'hourdy & $a\,\alpha\,\gamma\,\delta$ de ſa coupe au milieu, ſur le plan vertical-longitudinal; ainſi que les points a', d'', b', c' (*fig.* 6′ & 6″.) par leſquels menant des courbes on aura dans la figure 6′ les traits ſupérieur & inférieur de cette liſſe d'hourdy : & dans la figure 6″ les traits de l'avant & de l'arrière. Remarquons cependant que la conduite de la liſſe du fort portera le point b' un peu plus vers le milieu.

Pour aſſujétir ces courbes à quelque loi, l'uſage de bien des gens, qui eſt enſeigné même dans certains traités, eſt de faire un quart de cercle ayant pour rayon le bouge; d'en diviſer un des rayons en pluſieurs parties égales; d'élever par les points de diviſions, des perpendiculaires au rayon ainſi diviſé, juſqu'à la circonférence du cercle, de diviſer la ligne droite de la liſſe d'hourdy dans le même nombre de parties égales; d'élever auſſi des perpendiculaires à ces points de diviſion, & d'en déterminer la longueur par celle des ordonnées du cercle. Ce procédé n'eſt pas exact puiſque les ordonnées étant fort multipliées,

cette moitié de la liſſe d'hourdy ſeroit abſolument un quart d'élipſe, qui auroit pour demi-axe le bouge & la demi-largeur de la ligne droite de la liſſe : il en réſulteroit qu'il y auroit un angle, non ſeulement aigu, mais même infiniment petit à la rencontre de cette liſſe avec l'allonge de cornière. Pour tirer parti de cette méthode il faut prendre un arc de cercle moindre que le quart : ici nous avons doublé le bouge $c' \beta'$, pour avoir $c' \gamma$; du point γ pris pour centre, & du rayon $c' \gamma$ nous avons tracé l'arc $c' \delta'$: ayant diviſé $\beta' \delta'$ en quatre parties égales, nous avons élevé au point de diviſions 1, 2, 3 les perpendiculaires 11', 22', 33' ; nous avons pareillement diviſé la corde de la liſſe d'hourdy $b' \beta'$ en quatre parties égales ; nous avons élevé des perpendiculaires aux points de diviſion *I II III* ſur leſquels nous avons pris les quantités *I I'*, *II II'*, *III III'*, égales à 11', 22', 33', chacune à chacune. Par les points b, *III'*, *II'*, *I'*, c, nous avons mené une courbe, qui nous donne le trait extérieur de la liſſe d'hourdy. Prenant pluſieurs points à une diſtance horizontale de 1 pi. 5 po. de cette courbe, on eſt à même d'avoir le trait intérieur $a' d'$; on ſe procure d'une manière analogue, les traits ſupérieur & inférieur de cette liſſe $a' d'$, $b' c'$ (*fig.* 6'.)

3°. *De la projection horizontale de l'Eſtain.*

Suivant l'Art. 9 du devis, il faut prendre ſur la ligne du milieu A' 7' du plan horizontal (*fig.* 6''.) de A' en e, une quantité de 6 pi. 9 po. & mener une droite de a' en e : ce ſera la projection de l'eſtain ſur le plan horizontal. Pl. XXI.

VII.

Du tracé des Liſſes.

1°. *Des Liſſes au vrai, ou ſuivant leur obliquité.*

Occupons-nous maintenant du tracé des liſſes. Pour rendre plus ſenſible le tracé à la ſalle, qui eſt le paſſage des meſures de l'échelle portées ſur le devis, aux meſures naturelles, nous avons cru devoir paſſer du petit au grand au moins pour le maître couple, l'étrave, l'étambot, la liſſe d'hourdy en en faiſant les deſſins ſur une plus grande échelle; maintenant que les idées ſur ces opérations doivent être aſſez nettes, il ſeroit inutile de continuer à faire de nouveaux plans dont la grandeur en rendroit le développement fort embarraſſant; ainſi nous conſidérons
Pl. IV, V & VI. à préſent les figures 13, 14, 23 comme les deſſins de la ſalle, ſans renoncer à renvoyer aux figures en grand pour quelques détails, qui jeteroient trop de confuſion dans les plans à petits points. Rendus où nous en ſommes de nos opérations, nous ne ſommes cenſés avoir encore ſur la fi-
Pl. IV. gure 13 que le maître couple, la liſſe d'hourdy, la pro-
Pl. VI. jection des liſſes & les points, ſur ces liſſes, de leur intersection avec le gabariage des couples. Sur la figure 23, la ligne *Pp*, qui doit ſervir pour l'axe des liſſes de l'arrière, & à laquelle doivent être rapportés les axes des liſſes de l'avant; ſur cette ligne eſt portée la diſtribution des couples, au point de diviſion deſquels on a élevé des perpendiculaires : projections de plans de leur gabariage.
Pl. XXI. La règle ſur *f l* (*fig.* 6'.) ayant ſervi, au moyen de ſes

diviſions, à marquer tous les points 1 *c*, 2 *c* &c. 7 *c* *f c*: cette règle que nous ſuppoſons à préſent ſur *f l* (*fig.* 13.) en eſt enlevée ſans en effacer les marques, & portée d'abord ſur *m m''* (*fig.* 23.), l'extrémité d'où on a commencé les diviſions, ſur le point *m* de l'axe. La diviſion à 8 pi. qui eſt l'ouverture au maître, détermine le point de cette liſſe qui lui appartient & vous le marquez en *m'*; faiſant gliſſer la règle toujours le même bout à l'axe ſur la perpendiculaire au point 1, vous marquez 1' à la diviſion 7 pi. 8 po. 1 lig.; ſur la perpendiculaire au point 2, vous marquez 2' à 7 pi. 1 po. 9 lig. &c.; ſur la perpendiculaire en 7, vous portez 7' à 11 po. 6 lig.; enfin ſur celle en *f c*, vous portez *f c'* à 6 po.

Il faut voir à préſent où ſe termine cette liſſe, c'eſt le cas de faire uſage de ce que nous avons dit au commencement du ſecond Chapitre de la ſeconde Section, concernant les rablures.

Les projections de liſſes déſignant l'arête ſupérieure & intérieure de ces pièces, en ſuppoſant qu'elles aient pour épaiſſeur celle du bordage & leur lit ſupérieur dans le plan de ces liſſes, leurs projections ſur le vertical-latitudinal ſont également celle des arêtes ſupérieures, intérieures & extérieures, & les arêtes extérieures ſe terminent au trait de la rablure, de l'étambot ou de l'étrave.

Uſons de la faculté que nous nous ſommes réſervée, d'avoir recours aux deſſins à grands points; dans la ſuppoſition que nous venons de faire, l'arête ſupérieure-extérieure de la liſſe *f l* (*fig.* 6'.) ſe termine au point *n* de ſa rencontre avec le trait de la rablure de l'étambot; (ſouvenons-nous que nous ne conſidérons d'autres traits de rablure que ce- Pl. XXI.

lui tracé sur la surface latérale des pièces) nous rapportons
Pl. XXI. ce point n sur l'élévation de l'étambot (*fig.* 6″.); ce qui nous donne sa distance à la perpendiculaire de l'étambot & par-là nous sert à le rapporter toujours dans le trait de la rablure, sur le plan de la lisse. La distance de ce trait
Pl. XXI. de rablure à l'axe de la lisse $= n\,l$ (*fig.* 6′.). Prenant $A'\,7'$
Pl. XXI. (*fig.* 6″.) pour cet axe, menons-y une parallèle à cette dis-
Pl. XXI. tance $n\,l$ (*fig.* 6′.) sur laquelle parallèle (*fig.* 6″.) nous rapportons en n' la distance à la perpendiculaire de l'étambot, déterminée en n, pour le point d'aboutissement de l'arête supérieure-extérieure de la lisse.

De ce point n' pris pour centre, tracez, non pas un quart de cercle comme pour les pieds de couples, mais un quart d'ellipse, ayant pour petit axe sur le trait de la rablure l'épaisseur du bordage ici de 4 po. $\frac{1}{2}$, pour grand axe $\frac{4\text{ po. }\frac{1}{2}.}{7\text{ po. }\frac{1}{2}.} \times n\,l$, 7 po. $\frac{1}{2}$ étant la demi-largeur de l'étambot; nous avons employé ici l'épaisseur du bordage de 4 po. $\frac{1}{2}$ parce que la quête de l'étambot ne donne pas une augmentation sensible au courant de l'axe de la lisse; mais à l'égard de l'étrave, surtout sur la lisse du fond, il faudra
Pl. XXI. y faire attention. A cette lisse du fond $f\,l$ (*fig.* 9*.) le bordage de 4 po. $\frac{1}{2}$ d'épaisseur donne dans l'intersection de son plan avec celui de l'étrave, une quantité $= \frac{f\,l\,i}{fl\;\;t} \times 4\text{ po. }\frac{1}{2} = \frac{f\,l\;\;i}{10\text{ po.}} \times 4\text{ po. }\frac{1}{2}$ $f\,l\,i$ ne peut se procurer que par une ouverture de compas, la courbure de l'étrave n'ayant pas une loi exprimable. On voit que c'est le rayon de l'angle que forme l'intersection en question avec l'élément de la courbe au point $f\,l$; & dont $f\,l\;\;t = 10$ po.

eſt le ſinus : mais cet angle n'eſt pas plus ſuſceptible d'être calculé.

Cette quantité que fourniſſent les 4 po. $\frac{1}{2}$ dans l'interſection étant déterminé, en l'employant, il ne reſtera d'ailleurs qu'à ſuivre le procédé pour l'étambot : revenons-y.

Généralement $n\,l$ eſt une quatrième proportionnelle à l'ordonnée, à la liſſe qui en dépend & à la demi-largeur de l'étrave priſe avec l'attention recommandée ci-deſſus, ou de l'étambot; c'eſt-à-dire qu'ici, (voyez les n°s. 1 & 5 du devis) on a ($f\,3'$.) (*fig.* 6'.) 5 pi. 11 po. 5 lig. : ($f\,l$) 8 pi. : : ($\frac{1}{2}$ largeur.) 7 po. 6 lig. : ($n\,l$) $\frac{8 \text{ pieds}}{5 \text{ pi. } 11 \text{ po. } 5 \text{ lig.}} \times 7$ po. $\frac{1}{2}$; d'où le grand arc de l'ellipſe $\frac{4 \text{ po. } \frac{1}{2}}{7 \text{ po. } \frac{1}{2}} \times n\,l$ ſe réduit à $\frac{8 \text{ pieds}}{5 \text{ pi. } 11 \text{ po. } 5 \text{ lig.}} \times 4$ po. $\frac{1}{2} = \frac{3 \text{ pieds}}{5{,}952 \text{ pi.}} = 0{,}504$ pi. = 6 po. & demi-ligne; ainſi 6 po. & demi-ligne eſt la quantité que donne l'épaiſſeur du bordage dans le plan de la liſſe, ſelon ſa projection ſur le vertical-latitudinal. PL. XXI.

On conduira la liſſe de manière qu'elle touche le périmètre du quart d'elipſe; celle-ci étant dans les façons, la diminution d'ouverture à partir du faux couple y eſt peu ſenſible, puiſqu'elle eſt ſeulement de 6 po. à ce faux couple & qu'elle eſt de $n\,l$ = 10 po. 4 lig. (Voyez ci-après.) — 6 po. $\frac{1}{2}$ lig. (Voyez plus haut.) = 4 po. 3 lig. $\frac{1}{2}$ dans la rablure de l'étambot, en ſorte que la figure de ladite rablure dans la pratique eſt au carré ou à angle droit, l'écart de la normale échappant à la meſure.

Ainſi donc pour avoir le point d'aboutiſſement des liſſes à l'étrave & l'étambot & la figure de la rablure dans le plan de chacune, il faut prendre la hauteur du point de rencontre de la liſſe avec la projection du trait de la rablure ſur le plan vertical-latitudinal; la rapporter ſur la même projection de trait de rablure de ces deux pièces terminant le plan vertical-longitudinal. Cette opération détermine la diſtance aux perpendiculaires ou à quelque plan vertical-latitudinal, ce qui ſert à la rapporter ſur le trait de rablure du plan de la liſſe.

Ce trait de rablure dans le plan ſuivant l'obliquité de la liſſe eſt une parallèle à l'axe qui en eſt diſtante d'une quantité donnée par la proportion ſuivante, où l'on conſidère la longueur de la liſſe dans le plan vertical-latitudinal comme l'hypothénuſe d'un triangle rectangle dont l'ordonnée qui lui appartient eſt la baſe; ainſi appelant L la longueur de la liſſe, O celle de l'ordonnée, l la demi-largeur des pièces (de l'étambot ou de l'étrave), qui détermine le trait de la rablure, l' la diſtance cherchée pour l'obliquité de la liſſe, on aura $O : L :: l : l' = \frac{L}{O} \times l$. On voit que la demi-largeur des pièces ici a le même facteur que l'épaiſſeur du bordage pour ſe procurer le grand axe de l'ellipſe; à notre liſſe, $\frac{L}{O} \times l =$

PL. XXI. $\frac{8 \text{ pi.}}{5,952} \times 7 \text{ po. } \frac{1}{2} = 10 \text{ po. } 4 \text{ lig.} = l' = n\,l$ (*fig.* 6′.).

Ce point rapporté ſur le plan de la liſſe, donne l'aboutiſſement de l'arête ſupérieure-extérieure de ladite liſſe; il eſt

eſt le centre du quart des cercles allongés ou ellipſes dont le contact avec la prolongation du tracé de la liſſe repréſentant ſon arête ſupérieure-intérieure, détermine ſon aboutiſſement.

Le demi-grand axe de l'ellipſe $= \frac{L}{O} \times e'$ appelant e' l'épaiſſeur du bordage, ou ce qu'elle peut donner au courant de l'axe de la liſſe, comme nous l'avons démontré ci-deſſus.

Pour continuer à généraliſer, faiſant $e' =$ l'épaiſſeur du bordage, ou ce que cette épaiſſeur peut donner au courant de la projection de la liſſe ſur le vertical-longitudinal, $e =$ le grand axe de l'ellipſe, on a $e = \frac{L}{O} \times e'$ comme nous l'avons dit plus haut.

Du point extérieur d'aboutiſſement de la liſſe, au point tangent des deux courbes, on mène une droite : elle donne avec le premier élément de cette liſſe la figure de la rablure.

On ſuit le même procédé pour les ſections horizontales, mais qui eſt plus ſimple, puiſqu'on peut imaginer que l'obliquité décroiſſant juſqu'à ce qu'elle ſoit = zéro alors $L = O$ & par conſéquent $l = l'$, $e = e'$.

Quoique ces liſſes ſoient toutes dans différens plans, elles peuvent être couchées ſur un ſeul ; on peut auſſi les rapporter au même axe, & c'eſt ainſi qu'eſt fait le deſſin de ces liſſes ; mais à l'égard du même axe, ſeulement pour la partie de l'arrière : car les plans étant d'une différente obliquité non ſeulement d'une liſſe à l'autre, mais encore pour chacune, de la partie de l'arrière à celle de l'avant, ſi on veut en raccorder le contour, on peut voir qu'il

faudra une nouvelle position d'axe pour chacune de ces liſſes du quartier de l'avant : en effet, pour prolonger le tracé de notre fauſſe liſſe, du maître vers l'étrave, on
Pl. IV. doit d'abord remarquer que $F\,L$ (*fig.* 13.) eſt plus courte que $f\,l$, parce que le plan dont la première ligne eſt la projection, forme un angle plus aigu avec l'horizon, que celui de la projection $f\,l$; cette liſſe ſe prolonge ſans interruption ſur toute la partie de la carène, mais elle change de plan entre les deux maîtres, c'eſt-à-dire, au plus large du Bâtiment à cette hauteur : le plan de l'avant, pour prendre cette nouvelle poſition, a tourné ſur la tangente, en ce point, à cette liſſe, laquelle tangente eſt une parallèle à l'axe. Mais ſans nous jeter dans des diſcuſſions trop géométriques, contentons-nous d'indiquer
Pl. VI. le moyen de faire ce raccord. Portant $m\,m'$ (*fig.* 23.) de $M\,a$ en M', ce ſeroit la première ordonnée de la partie de l'avant de la liſſe, ſi ſon plan n'avoit pas changé de poſition, mais puiſqu'il a été incliné de manière que $f\,l$
Pl. IV. (*fig.* 13.) eſt devenu $F\,L$, il faut pour conſerver le raccord
Pl. VI. de la liſſe, porter cette quantité $F\,L$, de M' (*fig.* 23.) en μ; & du point μ mener une parallèle à $p\,P$: ce ſera l'axe de cette partie de la liſſe : alors prenant la règle graduée
Pl. IV. qui a ſervi à avoir ſur $F\,L$ (*fig.* 13.) ſes points d'interſection avec les couples de l'avant, il faut les rapporter
Pl. VI. ſucceſſivement ſur les ordonnées $I''\,I'$ (*fig.* 23.) $II''\,II'$ &c. $VI''\,VI'$, celle de ſes extrémités dont on eſt parti pour marquer les diviſions, ſur la parallèle $\mu\,VI''$ axe de la liſſe; & rapporter en $I'\,II'$ &c. VI', les diviſions 6 pi. 7 po. 6 lig., 6 pi. 2 po. &c. 1 pi. 6 po. 3 lig., & vous aurez les ordonnées de la liſſe : elle ſe termine entre le VI

& le *VII*. Suivant la règle générale que nous avons établie, vous aurez le point extrême de la liſſe, & la figure de la rablure.

Les liſſes 1, 2, 3, 4 & 5 arrière coupent les eſtains. Pour avoir ſur le plan des liſſes, celui de leur point qui rencontre ces eſtains, par exemple, le point E' (*fig.* 13.) de la liſſe 3 l E' 3', vous avez d'abord ſur la règle l'ouverture E' 3'; avec une autre règle, prenez l'ouverture au carré E' ε; portez-la ſur la projection de l'eſtain (*fig.* 24.) de E' en ε: cette projection de l'eſtain eſt ſemblable à a' e (*fig.* 6''.). Prenez la diſtance du point E' (*fig.* 24.) à la projection d'un des couples, par exemple au 7, & vous aurez E' E; au moyen de laquelle meſure, employée avec celle E' 3' (*fig.* 13.) il ſera facile de former le rectangle ε E' E 7 (*fig.* 23.) dont le point E' ſera celui de rencontre de la liſſe & de l'eſtain. Pl. IV. Pl. VI. Pl. XXI. Pl. VI. Pl. IV. Pl. VI.

Voyons à préſent les liſſes qui ne ſe terminent pas à la rablure. Pour ſe procurer le point d'aboutiſſement, par exemple, de la cinquième liſſe, ſur la liſſe d'hourdy, vous en avez, ſur votre règle, l'ouverture oblique H' 5' (*fig.* 13.) qu'il faut conſerver (*a*); vous prenez celle au carré H', H'', vous la rapportez ſur la projection du trait extérieur de la liſſe d'hourdy (*fig.* 24.) de H'' en H' (cette projection eſt ſemblable à b' c' (*fig.* 6''.) comme 6' H' H'' (*fig.* 13.) eſt ſemblable à a' d' (*fig.* 6'.). Prenez la diſtance du point H'' (*fig.* 24.) à la projection d'un des couples, par exemple Pl. IV. Pl. VI. Pl. XXI & IV. Pl. XXI. Pl. VI.

(*a*) Pour ne pas trop compliquer l'explication & le deſſin, nous employons le trait ſupérieur de la liſſe d'hourdy. Dans la plus ſcrupuleuſe exactitude, nous devrions opérer ſur le trait repréſentant la rablure, parallèle à 9 po. en deſſous du trait ſupérieur. Voyez ci-après l'explication du tracé des liſſes verticales, 2e. part. prem. ſection, chap. 3, § I.

Pl. IV. du couple 7; & vous aurez $H''\,\Theta$ qui, avec H' 5′ (*fig.* 13.)
Pl. VI. vous ſervira à faire le rectangle $H\ 5\ l\ \Theta\ 7$ (*fig.* 23.) dont le point 5 *l* ſera celui où devra ſe terminer la liſſe ſur la barre d'hourdy : s'étant procuré le point où cette cinquième liſſe eſt coupée par l'eſtain, ſelon la méthode indiquée pour la troiſième, & tous les autres, ſuivant celle indiquée pour la fauſſe liſſe, on aura une détermination ſuffiſante de cette cinquième liſſe.

2°. *Des Liſſes au carré, ou ſeulement de leur projection ſur un plan horizontal.*

Les liſſes dont l'ouverture ſe prend au carré, offrent de moins, la difficulté de changer d'axe en paſſant de la partie de l'arrière à celle de l'avant.

Les liſſes ſupérieures de l'arrière finiſſent d'être déterminées ou à l'extrémité de la liſſe d'hourdy ou ſur l'allonge
Pl. V. XXII & VI. Pl. XXI. de cornière, projetée en $A'\ A''$ (*fig.* 14. 6‴. & 24); de même qu'en $a\ a'\ a''$ (*fig.* 6″.); ainſi la diſtance de leur extrémité au couple 7 ou à tout autre eſt donnée ; leurs ouvertures ſont auſſi données ſur la règle: par conſéquent il eſt aiſé de placer ces points ſur
Pl. XXII. le plan des liſſes (*fig.* 6‴.); il en eſt de même pour la huitième liſſe & celle de rabattue ſur l'avant qui ſe terminent ſur le couple *VII.*

S'étant procuré tous les points, ſur les couples, par où doivent paſſer le contour des fauſſes & cinq premières
Pl. VI. liſſes (*fig.* 23.) de la ſixième liſſe (*fig.* 24.), des liſſes ſu-
Pl. VI. Pl. XXII. périeures (*fig.* 6‴.), vous les tracez avec la latte: s'il y a lieu à quelques petites corrections, vous les faites & les
Pl. IV. portez ſur le vertical (*fig.* 13.), où vous tracez enſuite pareillement les couples à la latte.

Ainſi le plan des liſſes ſert à la correction du vertical: Il eſt néceſſaire d'ailleurs pour déterminer les équerrages & pour faire les gabarits des pièces de tour, comme nous le verrons.

VIII.

Du Tracé de l'Eſtain d'exécution.

Il ne nous reſte plus qu'à tracer l'eſtain d'exécution; *E E' 6'* (*fig.* 13.) en eſt ſur le vertical, la projection, que l'on appelle communément l'*eſtain carré;* ſur le plan horizontal (*fig.* 24.) la projection en eſt *6 l E'*, ou plus en grand *a' e* (*fig.* 6''.). La différence du contour de l'eſtain vrai ou d'exécution, à l'eſtain carré ou projection ſur le vertical, conſiſte en ce que les ordonnées du premier ſont aux ordonnées du ſecond dans le rapport de ſa projection *a' e* à ſa ligne droite *a' a''* : nous l'avons déjà dit. Pour opérer en conformité, tracez à part *o h* (*fig.* 11''.) égale à *a' a'* (*fig.* 6'.) *a' a''* (*fig.* 6''.) ligne droite de la liſſe d'hourdy; tirez *o n* (*fig.* 11''.), de manière que *o h n* forme un triangle rectangle, égal à celui *a'' a' e* (*fig.* 6''.); *o n* (*fig.* 11''.) repréſente la projection de l'eſtain ſur le plan horizontal. Faites relativement à *o h* la projection de l'eſtain ſur le vertical *o a b c d e f*, qui repréſente *E E' 6'* (*fig.* 13.); des différents points *a b c d e f* (*fig.* 11''.), tirez à la ligne *h n* prolongée, priſe pour axe des abſciſſes, les ordonnées *a a'*, *b b'*, *c c'* &c.; aux points de rencontre de ces ordonnées avec l'eſtain, élevez-leur des perpendiculaires *a A*, *b B*, *c C* &c. prolongées juſqu'à l'hypothénuſe du triangle rectangle *h o n;* des points *A*, *B*, *C* &c. le point *o* pris pour centre, tracez les arcs de cercle *A A'*, *B B'*, *C C'* &c.; des points *A'*, *B'*, *C'* &c. abaiſſez

Pl. IV. Pl. VI. Pl. XXI. Pl. XXIV. Pl. XXI. Pl. XXIV. Pl. XXI. XXIV. Pl. IV & XXIV.

ſur les ordonnées $a\,a'$, $b\,b'$, $c\,c'$ &c. les perpendiculaires $A'\,\alpha$, $B'\,\beta$, $C'\,\gamma$ &c. C'eſt par les points $\alpha\,\beta\,\gamma$ &c. que doit paſſer la nouvelle courbe pour l'eſtain d'exécution.

CHAPITRE SECOND.

Des Gabarits.

Les gabarits ſont des eſpèces de patrons qui ſe taillent d'après le tracé dont nous venons de nous occuper, & qui ſervent enſuite à travailler les pièces néceſſaires pour l'exécution de la conſtruction. Ces gabarits ſe font en planches de ſapins appelées planches de gabarits; c'eſt au dépens de leur largeur que l'on prend les différentes courbures; ainſi, quand la courbure eſt fort allongée, quand la figure approche de la ligne droite, une planche ſeule peut bien ſuffire pour faire le gabarit d'une pièce : mais quand cette pièce a beaucoup d'arc, lorſqu'elle eſt fort rouée, comme on dit en terme de l'art, on multiplie les bouts de planches, qui doivent ſe doubler d'une bonne partie de leur longueur pour pouvoir être aſſemblés bien invariablement, avec une multitude de petits clous, nommés clous de gabarits. Ces bouts de planches ſont amincis dans la longueur de leur aſſemblage, de manière que les gabarits n'aient pas beaucoup plus d'épaiſſeur dans cet endroit que dans les autres.

Pl. XXIII. Par exemple, pour faire le gabarit du genou $a\,\alpha$ (*fig.* 12'.), tendant une ligne de a en α, on voit que le genou a environ 20 po. d'arc; c'eſt-à-dire, pour parler géométriquement, que la flèche pour cette corde $a\,\alpha$ eſt de cette quantité 20 po.; la largeur d'une planche n'y ſuffit pas,

& il faut en employer deux pour le gabarit. Je prends donc la planche *a b c d*; j'en porte sur le trait ces deux angles *a* & *b*; je cherche avec un compas de charpentier, la plus grande distance du can *a b* de la planche au trait courbe; à l'endroit de cette plus grande distance, je mène la perpendiculaire *o o'* à *a b*, que je prolonge sur le gabarit; à *o o'* je mène des parallèles des points 1, 2, *b*, *I*, *II*, *III*, *IV*, *a*, aussi prolongés sur le gabarit; je porte sur ces parallèles la distance *o o'*, de 1 en 1', de 2 en 2', de *b* en *b'*, de *I* en *I'*, de *II* en *II'* &c. de *a* en *a'*; par tous ces points je fais passer une courbe *b' 2' 1' o' I' II' III' IV' a'*: c'est le tracé du gabarit qui indique ce qu'il faut en hacher. Je fais la même opération avec la planche *α β γ δ*; j'ai attention de prendre la distance de son angle *β* à *o o'*; je la porte sur le trait du premier gabarit bien carrément, de la prolongation de *o o'* en *β''*, où je fais une marque; les deux gabarits doivent se joindre dans leurs points *β'*, point de rencontre de l'about du second gabarit ou de son trait *γ β* avec la courbe, & *β''* que l'on vient de déterminer: on voit qu'ils se doubleront d'environ 30 pouces: dans cette partie ils sont amincis, & ils y seront assemblés avec une grande quantité de clous de gabarit.

QUATRIÈME SECTION.

Du Devis du Charpentage.

Nous avons expliqué dans la seconde Partie ce que c'est que les devis, & nous y avons donné celui du Constructeur : d'où il s'en est suivi le tracé, particulièrement

celui à la ſalle & le travail des gabarits. Ici c'eſt la place naturelle du devis du charpentage; ou du devis que le Conſtructeur donne au Charpentier pour qu'il s'y conforme. Voici celui du Vaiſſeau de 74 canons dont nous nous occupons.

Devis du Charpentage d'un Vaiſſeau de 74 canons.

La quille aura 17 po. de hauteur, 15 po. de largeur; elle ſera établie ſur un chantier droit ſans contre-arc.

L'étrave 18 po. ſur la largeur & 15 po. ſur le droit.

L'étambot de 22 à 26 po. de largeur & 15 po. ſur le droit : du dehors de l'étambot au trait de la rablure 10 pouces.

La liſſe d'hourdy 17 po. de largeur & 18 po. de hauteur; elle ſera ſans rablure, ſon bouge vertical ſera de 5 po.; le bouge horizontal de 10.

La barre d'arcaſſe 10 po. de hauteur.

Les varengues & genoux de fond auront 13 po. ſur le droit; les première, ſeconde & troiſième allonges 12 po. $\frac{1}{2}$ pareillement ſur le droit; les quatrième & cinquième allonges, 12 po. auſſi ſur le droit : ces échantillons ainſi réglés donneront 4 po. $\frac{1}{2}$ de mailles dans les fonds, 5 po. $\frac{1}{4}$ au fort & 6 po. $\frac{1}{2}$ dans les hauts du Vaiſſeau; l'épaiſſeur des membres ſur le tour ſera, à la liſſe du fond, de 13 po., à liſſe du fort de 11 po. $\frac{1}{4}$; 7 po. au plat bord; 4 po $\frac{1}{2}$ à la dunette.

Il y aura deux couples de boiſage entre le ſixième & le ſeptième couple de l'avant; trois entre tous les autres, excepté les deux maîtres, leſquels couples de boiſage auront les échantillons ſur le droit fixés ci-deſſus.

Entre

Entre les deux maîtres couples, on placera quatre couples de boiſage; & afin de parvenir à donner une égalité de mailles entre leſdits couples, on donnera un po. de moins d'échantillon ſur le droit, tant aux varangues & genoux qu'à toutes les allonges.

Les baux du faux pont auront 12 po. carrés, 5 po. de bouge ſur la plus grande longueur; ils ſeront entaillés de trois pouces dans une ſerre-bauquière de 6 po. d'épaiſſeur; par-deſſus ces baux, on placera une fourure de 12 po. de largeur ſur 11 po. de hauteur entaillée de 2 po. $\frac{1}{2}$ dans les baux; elle ſera chevillée avec le côté du Vaiſſeau. Cette liaiſon tiendra lieu des courbes de fer qu'on place ordinairement au faux pont.

Les trois barrots de la foſſe aux lions auront 10 po. carrés.

Les baux du premier pont auront 14 po. de largeur, 15 po. de hauteur & 7 po. de bouge ſur la plus grande longueur.

Les baux du ſecond pont auront 12 po. carrés & 10 po. de bouge ſur leur plus grande longueur.

Les barrots de gaillards, 9 po. carrés & 11 po. de bouge ſur la plus grande largeur.

Les barrots de la dunette, 7 po. de largeur; 6 po. $\frac{1}{2}$ de hauteur & 13 po. de bouge ſur la plus grande longueur.

Les barrots de ſoute à pain, 9 po. carrés; ceux de la plate forme aux cables, 8 po. carrés.

La ſerre-bauquière du premier pont, 13 à 14 po. de largeur; 7 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur au lit d'en-haut & 6 po. $\frac{1}{2}$ au lit d'en-bas: les vaigres au-deſſous diminueront d'un quart

de po. à chaque tour juſqu'au quatrième, & les autres diminueront d'un demi-pouce juſqu'au vaigre de point.

La ſerre bauquière du ſecond pont, 12 à 13 po. de largeur; 6 po. d'épaiſſeur au lit d'en-haut, juſqu'à 4 po. $\frac{1}{2}$ au lit d'en-bas.

Celle des gaillards, 12 po. de largeur; 4 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur au lit d'en-haut, & 3 po. $\frac{1}{2}$ au lit d'en-bas.

Celle de dunette, 11 po. de largeur & 3 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur.

Le vaigre, 4 po. d'épaiſſeur; deux tours de ſerre à l'empâture des genoux & varangues de 5 po. d'épaiſſeur.

Les carlingues, 11 po. de largeur, 10 po. d'épaiſſeur: elles ſeront entaillées de 3 po. dans les varangues.

La hauteur de la varangue des maîtres couples au-deſſus de la quille, ſera de 21 po.

Les varangues & genoux de porques auront 11 po. $\frac{1}{2}$ de largeur ſur le droit; 11 po. ſur le tour au bout deſdites varangues; toutes les allonges 10 po. ſur le droit, & l'épaiſſeur ſur le tour ſera auſſi de 10 po. Il y aura dans ce Vaiſſeau huit porques; une pour former la carlingue du mât de miſaine; une pour la carlingue du grand mât; une dans la cale au vin; une dans la foſſe aux cables. La dernière de l'arrière ſera placée dans la cave du capitaine; les trois autres ſeront placées convenablement dans le reſte de l'eſpace de la cale. On ſupprime celles qu'on a coutume de placer dans les ſoutes à poudre, où elles nuiſent à l'arrimage des batils. Entre ces huit porques, il y aura une varangue à chaque carlingue de mât.

Les fourures de goutières du premier pont, 13 po. de largeur, 12 po. de hauteur; celles du ſecond pont, 12 po.

de largeur & 11 po. de hauteur; celles des gaillards, 10 po. de largeur & 8 po. de hauteur; celles de la dunette, 6 po. $\frac{1}{2}$ de hauteur & 8 po. de largeur.

Les hiloires & goutières du premier pont, 10 po. de largeur & 6 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur; celles du ſecond pont, 9 po. de largeur & 5 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur; celles des gaillards, 8 po. de largeur & 4 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur.

Les ſerres-goutières du premier pont, 5 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur au lit d'en-bas & elles ſe réduiront à 4 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur au ſeuillet des ſabords: le bordage intérieur entre les ſabords ſera de quatre pouces d'épaiſſeur.

Les ſerres-goutières du ſecond pont, 4 po. d'épaiſſeur au lit d'en-bas & elles ſe réduiront à 3 po. au ſeuillet des ſabords: le bordage intérieur entre les ſabords 2 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur.

Celles des gaillards, 3 po. au lit d'en-bas & 2 po. $\frac{1}{2}$ au ſeuillet des ſabords.

Le bordage du premier pont, 4 po. d'épaiſſeur; celui du ſecond 3 po.; celui des gaillards 2 po. $\frac{1}{2}$; celui de la dunette 1 po. $\frac{3}{4}$.

L'hiloire renverſée ſous les baux du premier pont aura 13 po. de largeur & 9 po. d'épaiſſeur; elle ſera entaillée de 2 po. $\frac{1}{2}$ dans les baux. Celle du ſecond pont, 10 po. de largeur, 7 po. d'épaiſſeur, entaillés de 2 po.

Les grandes époutilles à marches dans la cale, auront 12 po. d'épaiſſeur & 11 po. de largeur; les autres auront 10 po. carrés; celles de l'archi-pompe 7 po. carrés.

Les montants des bittes auront 16 po. d'épaiſſeur & 15 po. de largeur.

Les premières préceintes & rempliſſages, 14 po. de largeur & 7 po. $\frac{3}{4}$ d'épaiſſeur.

La première virure en deſſous des préceintes aura 7 po. $\frac{1}{4}$ au lit d'en-haut, & 7 po. $\frac{1}{2}$ au lit d'en-bas : chaque virure diminuera ainſi d'un quart de po. au lit d'en-bas juſqu'à joindre le bordage du fond, qui aura 4 po. $\frac{1}{2}$. La virure au deſſus de la première préceinte, aura 5 po. $\frac{1}{2}$ au lit d'en-bas & 5 po. au lit d'en-haut : la virure au-deſſus, 5 po. au lit d'en-bas & 4 po. $\frac{1}{2}$ au lit d'en haut : le reſte du bordage entre les ſabords, aura 4 po. $\frac{1}{2}$.

La troiſième préceinte, 11 po. de largeur, 5 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur ; la quatrième préceinte, 5 pouces d'épaiſſeur ſeulement.

La liſſe de plat-bord, 10 po. de largeur, 5 pouces d'épaiſſeur pouſſée de moulure, & ſe réduira a 4 po. au lit d'en-bas : le bordage entre les ſabords 3 po.

La première rabattue, 8 po. de largeur & 4 po. d'épaiſſeur ; la ſeconde, 7 po. de largeur & 3 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur ; la troiſième, 6 po. de largeur & 3 po. d'épaiſſeur.

SECONDE PARTIE.

Du Travail, de l'Aſſemblage & des Liaiſons de toutes les parties du Vaiſſeau.

Nous avons fait la deſcription de toutes les parties du Vaiſſeau dans le premier Tome de cet Ouvrage; nous avons, pour notre objet actuel, à en expliquer le travail, l'aſſemblage & les liaiſons. Ce travail eſt quelquefois ſi ſimple, que la deſcription ſeule l'a fait concevoir; mais nous ſerons obligé de revenir ſur celles qui exigent des détails pour pratiquer. Nous ſuivrons le même ordre dans la conſidération de l'état où le progrès de l'ouvrage fait parvenir le Bâtiment; ainſi il ſera queſtion, 1°. de le monter en bois tors, ce qui comprend le liſſage & le boiſage; 2°. de le vaigrer, ſerrer, d'établir ſes ponts, les carlingues de pieds de mâts; 3°. de revêtir extérieurement, pratiquant dans ce revêtement l'ouverture de la batterie; ce qui ſera la matière d'autant de Sections. Quant à l'accaſtillage, au gondolage, aux emménagements, aux ornements, ce qui en eſt dit dans le premier Tome, ſuffit.

PREMIÈRE SECTION.

Des Procédés pour monter le Vaiſſeau en Bois tors.

Ce travail conſiſte dans le travail, l'aſſemblage & le chevillage: 1°. de la quille, contre-quille, fauſſe quille,

brion, étrave, contr'étrave; 2°. des couples de levée; 3°. de l'arcaſſe; 4°. des rempliſſages après avoir fait le liſſage, & généralement de tout le boiſage.

CHAPITRE PREMIER.

De la Quille avec ſa fauſſe Quille & contre-Quille; de l'Etrave avec ſa contre-Etrave; du Brion.

I.

De la Quille & de ſes écarts, de la contre-Quille, du Brion, de la fauſſe Quille.

Ce ſont de ces pièces dont l'appareil eſt ſi ſimple qu'on le conçoit ſur la ſeule deſcription; il faut cependant obſerver que lorſque la quille ne fournit pas aſſez de hauteur pour qu'on puiſſe ſe diſpenſer d'établir une contre-quille, il ne conviendroit pas qu'il reſtât à cette contre-quille ſi peu de hauteur qu'elle pût entièrement être coupée par l'entaille qui doit y être pratiquée; ce qui arriveroit ſi l'excédent que pourroit fournir la quille, étoit d'une quantité égale à l'entaille des talons; ces entailles étant demi par demi. Il ne faudroit employer ces pièces de quille ſi haute, que pour les parties de l'arrière & de l'avant, où la quille & la contre-quille peuvent faire le commencement de ces talons, les façons y étant fort pincées.

Les écarts façonnés de la manière qui a été décrite dans le premier Tome, pour les ſerrer & les faire joindre bien juſte, on emploie un petit appareil appelé *bridole*. Il eſt compoſé d'un bout d'épars ou bois rond, dont on voit la

projection en *a*, *b* (*fig.* 3.) & la longueur en *a a*, *b b* (*fig.* 5.); PL. I.
& de cordages ou tourons qui, paſſant par-deſſus le bout de bois en *a* & *b* (*fig.* 3.) forment deux branches, embraſſant ainſi en double, les faces latérales de la quille & celle oppoſée au bout d'épars, ſur l'autre extrémité duquel ſe croiſant, elles reviennent par le même chemin ſe croiſer encore ſur le premier bout de l'épars & font ainſi pluſieurs tours; enſuite de quoi on y fait un nœud. On voit en *a a* (*fig.* 5.) comment le cordage croiſe ſur le bois rond, & en *b b* la manière dont il paſſe ſur la face oppoſée. Loin de ſouquer ou ſerrer ces cordages, on y laiſſe au contraire aſſez de mou, pour pouvoir introduire les coins *C C*, *c c* (*fig.* 3 & 5.) entre les bouts d'épars & la ſurface de la quille : on frappe à coups de maſſe ſur la tête de ces coins; on frappe pareillement avec des maſſes ſur les extrémités des pièces de quille; & de cette façon, ſi les écarts ſont bien travaillés, on les range & fait joindre bien exactement. Il faut s'attacher à prendre une juſte idée de ces bridoles, car on les emploie dans beaucoup d'opérations de la conſtruction.

On a vu que le brion étoit une prolongation de la quille; & la fauſſe quille un bordage qui en garnit le deſſous.

II.

De l'Etrave & de la contre-Etrave.

On ne place la quille ſur les chantiers que lorſque l'étrave eſt travaillée & lui a été ajuſtée à faux frais, parce que la vérification de la juſteſſe de ſa poſition & la correction

aux légères effectuosités qui pourroient s'y trouver, ſont plus faciles, les pièces ainſi couchées ſur le terrein, que lorſqu'elles ſeront debout. Occupons-nous donc de cette
PL. XXV. étrave. Nous avons le gabarit *a b c d* (*fig.* 25'.) que nous nous ſommes procuré, ſuivant les procédés indiqués au Chapitre des gabarits. Au moyen de cette ſorte de patron, on cherche les pièces qui peuvent convenir; on fait en ſorte que deux puiſſent y ſuffire, avec ce que fournit le brion. (Si deux pièces ne faiſoient pas toute la longueur, on y ajouteroit un bout). On jette, par exemple, le gabarit ſur une pièce *A B C D* de première eſpèce, ayant 20 pi. de longueur; de largeur ſur le tour, 30 po. à un bout & 24 à l'autre; 5 po. d'arc; l'épaiſſeur au moins néceſſaire ſur le droit. En faiſant courir le gabarit ſur cette pièce, on voit que quoiqu'elle n'ait pas l'arc demandée pour les pièces d'étrave, qui eſt de 9 à 16 lig. par pied, elle pourroit cependant faire la pièce d'en-haut à cauſe de ſa grande largeur; on appelle cela trouver l'arc, aux dépens du bois: comme cela ne peut ſe faire quelquefois ſans un grand ſacrifice de bois, on ne ſe détermine à prendre un pareil parti que lorſque le bois convenable manque abſolument, ou quand dans le grand excédent de la pièce, il ſe trouve beaucoup de défourni, ou bien quelque vice qui doit aller dehors en la travaillant ſur le gabarit.

Déterminé à employer cette pièce (celle d'en deſſous & le brion étant pareillement trouvés) on la travaille ſur le droit comme nous l'expliquerons ci-après; & comme elle ne doit ſuivant le devis avoir que 15 po. dans ce ſens, ſi elle en avoit 20 à 25 ou plus, il faudroit la faire

paſſer

paſſer à la ſcie pour en enlever la plus grande partie de l'excédent : ces enlevures ou *ôtées* ſervent pour différents objets. On finit avec la hache & l'herminette, de la réduire bien exactement à 15 po.; les ſurfaces du droit bien parallèle entr'elles & bien planes.

La pièce étant bien dreſſée ſur ces deux faces, on y applique de nouveau le gabarit, le rangeant bien exactement de manière à trouver partout ſur le tour, les 18 po. que l'étrave doit avoir dans ce ſens; & cela ſans que la convexité du gabarit paſſe en dehors de la pièce. Ce gabarit ainſi contenu ſolidement, ſervant de règle, on trace $a\,D$; on y mène à 18 po. de diſtance la parallèle $\alpha\,\beta$: le gabarit eſt enlevé & mis de côté. Les Charpentiers avec la hache font les coches $c'o\,c'$ de la profondeur néceſſaire pour qu'elles viennent rencontrer les traits $a\,D$, $\alpha\,\beta$; au moyen d'une équerre carrée, ils règlent le trait du fond de chaque coche, de manière qu'il ſoit bien perpendiculaire à la face $A\ B\ C\ D$ de la pièce : ce qui les met à même en la chavirant, de rapporter le tracé ſur l'autre face. Au ſurplus, cette opération a pu ſe faire d'abord, en coupant bien carrément les extrémités de la pièce, & en y menant des perpendiculaires à la face où a été fait le premier tracé aux extrémités α, β, a, D, des traits: ces perpendiculaires donnent l'extrémité des mêmes traits ſur l'autre face, que l'on peut tracer avec le gabarit : l'une de ces manières vaut l'autre, & il eſt bon de les employer toutes les deux pour qu'elles ſervent réciproquement de vérification. Il ne reſte plus au Charpentier qu'à jeter bas le bois compris entre les traits & les coches, & de bien parer ſon ouvrage. Les écarts, d'ailleurs, ſe travaillent &

s'ajuſtent comme nous l'avons expliqué pour la quille. On fait de faux gabarits, c'eſt-à-dire ſur le gabarit de l'étrave, des gabarits particuliers, conformément aux longueurs que les pièces peuvent fournir & qui aident à marquer ces écarts.

La contr'étrave ſe travaille d'après les mêmes procédés.

Toutes ces pièces travaillées, il faut les ajuſter non ſeulement entr'elles, mais encore comme nous l'avons dit, avec la quille avant de la mettre en place, afin de vérifier l'exactitude de leur poſition reſpective. Pour donner une idée de cette vérification, ſuppoſons les bouts de quille & Pl. I. d'étrave (*fig.* 9.) couchés horizontalement ſur le terrein, (quoique dans la figure ils paroiſſent debout pour mieux faire concevoir ce que c'eſt que la cale); on poſe la règle $R''\ R''$, ſon can à toucher la quille & de manière à la dépaſſer de la quantité de l'élancement : cet élancement compté juſqu'à la perpendiculaire d'étrave eſt de 15 pi.; d'un autre côté on voit par le plan, que le trait extérieur de l'étrave coupe cette perpendiculaire à 21 pi. 6 po. de hauteur priſe de ligne droite du deſſous de la quille. Ainſi, le bout de règle $B'\ R''$, qui dépaſſe la quille, étant de 15 pi.; poſez ſur cette règle une branche de l'équerre N de manière que ſon angle ſoit au point R'', & que d'ailleurs elle ſoit dans le plan de l'aſſemblage de la quille du brion & de l'étrave; tendez une ligne le long de l'autre branche à partir du point R'' juſqu'à ce qu'elle vienne rencontrer le trait extérieur de l'étrave en quelque point S : ſi le travail a été bien fait, il doit ſe trouver une diſtance de 21 pi. 6 po. de R'' en S, ſinon il y a quelque défectuoſité; on voit d'où elle provient, on la corrige

& on recommence ſa vérification & toujours ainſi juſqu'à ce que l'on ait trouvé une exactitude ſuffiſante. Alors on arrête les pièces d'étrave enſemble à faux frais, par un couple de chevilles aux extrémités des écarts, qui doivent être repouſſées dans la ſuite de la Conſtruction, & on affermit encore mieux leur aſſemblage au moyen des pièces de contre-étrave qu'on y adapte avec des gournables. On met à côté cet étrave : mais le brion demeure aſſemblé à la quille, de la même façon que les pièces de quille ſont aſſemblées entr'elles.

Nous terminerons ce Chapitre en obſervant qu'il faut choiſir ſon brion & diſtribuer les pièces de quille de manière que les pieds de mâts ſoient toujours à une bonne diſtance des écarts. Nous avons repréſenté ces écarts de façon que la pièce de l'arrière recouvre toujours celle de l'avant ; cela n'eſt point indiſpenſable : c'eſt ſelon les bois (*a*). Au ſurplus les bois tors ſont ſi rares qu'il n'eſt pas ſouvent poſſible de trouver des pièces qui fourniſſent des écarts auſſi longs que ceux que nous avons pratiqué dans notre étrave ; ce ſeroit le mieux que cela pût être ainſi, mais il faut s'accommoder aux circonſtances, & cependant tâcher que ces écarts n'aient pas un tiers de moins de longueur que celle que nous leur donnons.

(*a*) Par exemple, en faiſant recouvrir la partie convexe de l'étrave, par l'écart du brion, cette dernière pièce eſt bien plus facile à trouver, n'ayant beſoin que de 6 pouces de largeur à l'extrémité de ce brion, qui en a 18 au milieu ; on peut facilement, dans une pièce plus droite, trouver le contour néceſſaire aux dépens du bois ; & c'eſt auſſi de cette façon que preſque tous les brions ſont travaillés : il y a en cela l'inconvénient que le fil du bois eſt coupé.

CHAPITRE II.

Du travail des Couples, particulièrement de ceux des Levées.

Après la deſcription qui a été faite dans le premier Tome, de ce ſyſtème de charpente, il ne nous reſte qu'à parler du travail de ſes parties & de leur aſſemblage.

I.

De la manière de travailler les Pièces qui compoſent le Couple.

Les couples ſe diſtinguent en couples de levée & couples de rempliſſage ou boiſage : ceux-là ſe travaillent & s'aſſemblent ſur le terrein & ſont enſuite élevés à leur place ſur la quille : ceux-ci ſe travaillent ſur liſſe & ſe mettent en place pièce à pièce. Ce ſont principalement des premiers dont il eſt ici queſtion. Mais ce que nous y diſons donnera toute ouverture néceſſaire pour le travail des autres dont nous nous occuperons au ſurplus au Chapitre du boiſage.

Nous avons enſeigné généralement dans le Chapitre ſecond de la troiſième Section de la première Partie la manière dont ſe font les gabarits ſur le tracé à la ſalle ; il faut pour chaque couple autant de ces gabarits qu'il doit y entrer de pièces au moins pour un côté : c'eſt-à dire, qu'on a beſoin du gabarit de la varangue ; de celui d'un des deux genoux, qui ſert pour l'autre ; de ceux des

allonges d'un des côtés. Pour faire ces gabarits qui doivent ſervir à chercher & à travailler les pièces, il eſt néceſſaire de ſavoir à-peu-près les longueurs que pourront fournir ces pièces; ſuivant la connoiſſance que l'on a de l'aſſortiment des bois du port d'après les tarifs, on a déterminé pour notre Vaiſſeau de 74 canons, une longueur de varangues telle qu'elle ſurpaſſe de 6 po. le point où les couples ſont rencontrés par la ligne du fond $1\,l\,1'$, $IL\,I'$, (*fig.* 13.) : les genoux & premières allonges à 12 pi. de longueur, les autres à 13 : ceci s'éclaircira bientôt. Pl. IV.

Au ſurplus, on ne s'assujettit pas ſi ſcrupuleuſement aux longueurs des gabarits, que ſi une pièce qui ſatisferoit à ſon contour & qui auroit les épaiſſeurs néceſſaires, ne pêchoit que par un défaut peu conſidérable en longueur, on ſe fît une peine de l'employer; on ne s'en ſerviroit toute fois qu'autant que la pièce qui devroit la prolonger pourroit fournir ce qui y manque : par exemple, s'il ne manque à une pièce qui pourroit faire un genou qu'un pied vers ſa tête, on en fera uſage, parce qu'il ſe pourra trouver facilement une pièce de ſeconde allonge qui ſuppléera à ce défaut. La pièce trouvée, on la travaille ſur le droit & ſur le tour.

Premier Cas pour le travail ſur le droit.

Travailler les pièces d'un couple ſur le droit, c'eſt en hacher ce qu'il y a de bois de trop ſur la ſurface plane, pour les réduire à l'épaiſſeur, ſur le droit, qu'elles doivent avoir. Les pièces de membrure, de leurs ſix faces, en ont quatre de planes; mais on ſent qu'il eſt queſtion ici de

celles ſuivant la longueur de la pièce : les faces des extrémités ſe rendent planes avec la ſcie.

Pl. XXVI. Par exemple, on a une pièce *A B C D* (*fig.* 28′.) pour genou de fond : il doit avoir 13 po. ſur le droit ; il faut la réduire à cette épaiſſeur. Pour cela on la met en chantier de manière que ſes ſurfaces planes ſoient dans un plan vertical, ainſi qu'une de ſes extrémités (*A D* ſi l'on veut) applanie à la ſcie. On la poſe verticalement à l'œil ou en la bornoyant avec un aplomb ; enſuite on tend une ligne *A B*, laiſſant en dehors, autant qu'il eſt poſſible, le défourni, le bois maché ou autres vices qu'il pourroit y avoir. On voit cette ligne *A B*, en $\alpha\beta$ (*fig.* 29′, vue de la pièce par ſa face concave) ; de pluſieurs points de cette ligne, ainſi tendue, on laiſſe tomber des fils à plomb, (Voyez *fig.* 28′.) de manière que le plomb, qui ſe termine en pointe ou qui eſt un cône renverſé, touche cette ſurface concave de la pièce ; on marque chacun de ces points de contact avec de la craie ; quand on a ſuffiſamment multiplié cette opération, on frappe des traits d'un point à l'autre avec la ligne blanchie. On a vu au Chapitre du tracé à la ſalle, comment les Charpentiers font ces traits ; à 13 po. de diſtance de la ligne $\alpha\beta$, on en tend une autre $\gamma\delta$ (*fig.* 29′.) qui lui eſt parallèle, & par le procédé que nous venons de dicter, on a un autre trait dans la concavité du genou ; des points β & δ, on abaiſſe auſſi des aplombs, qui donnent les traits βb, δd ſuivant leſquels ils faut travailler cette extrémité de la pièce ; pour avoir de pareils traits αa, γc à l'autre extrémité *B C* (*fig.* 28′.), il faut prolonger une ligne le long de celle *A B* indéfiniment ; & d'un certain point *E* de cette première, laiſſer tomber

un aplomb qui arraſe la pièce vers *C* ; il donnera pour chaque trait du dedans de la pièce, les points α, c (*fig.* 29′.) par leſquels on menera les traits αa, γc demandés. La vue de ces points & de ces traits eſt interceptée par la pièce : ils ſont du côté oppoſé aux ſpectateurs : cependant pour ne pas trop multiplier les figures, nous ſuppoſons qu'on les puiſſe apercevoir : comme ſi elle étoit tranſparente.

Il eſt queſtion maintenant de faire un tracé analogue, ſur le dos de la pièce ou ſur ſa partie convexe. Pour cet effet, il faut la chavirer & la mettre dans la poſition repréſentée par la figure 30′, bien exactement dans un plan vertical ; ce dont on peut s'aſſurer avec des fils à plomb abaiſſés de b en β ou de d en δ (*fig.* 31′, vue de ce genou par ſon extrémité & ſa ſurface concave). Ces traits $b\,\beta$ ou $d\,\delta$ exactement verticaux, la pièce eſt dans un plan vertical. Vous y menez de b ou d, de b par exemple, une ligne qui ne peut ſe voir que dans la figure 30′ & qui eſt repréſentée par *D L* ; d'un certain point *E* de cette ligne, vous laiſſez tomber un aplomb qui doit rencontrer vers *C* le point a (*fig.* 31′.) ; c'eſt cet aplomb qui détermine la poſition importante de *D L* (*fig.* 30′.) ; qui peut d'ailleurs être tangente au genou en *D*, ou plus élevée à ſon extrémité *L*. Cette ligne contenue dans cette poſition, on y laiſſe tomber des aplombs juſqu'à toucher la ſurface convexe de la pièce ; on en marque les points de contact, & on mène le trait dont la projection eſt $a\,b$, (*fig.* 31′.) ; celui dont la projection eſt $d\,c$ ſe détermine de la même manière. Il faut encore ſuppoſer la tranſparence de la pièce pour que ces traits puiſſent être aperçus. Il ne

reſte plus qu'à faire des coches c' (*fig.* 29′.), approfondies juſqu'aux lignes tracées ſur les parties convexes & concaves de la pièce ; & creuſées de manière que leur profondeur $c'\,c$ (*fig.* 28′.) du dehors de la pièce au-dedans, ſoit en lignes droites; & enſuite de jeter bas le bois qui ſe trouve entre le fond de ces coches, ainſi en ligne droite, & le tracé.

Les genoux ainſi que les varangues, ont 13 po. ſur le droit ; les premières, ſecondes & troiſièmes allonges n'ont que 12 po. $\frac{1}{2}$: ainſi il y auroit une eſpèce de petite retraite d'un demi-pouce, à l'endroit où le genou s'aboute à la ſeconde allonge, ou bien la varangue à la première, ſi l'on ne la faiſoit diſparoître dans le paré; en le prenant de loin cela ne peut être ſenſible ; ainſi il ſeroit minutieux de s'embarraſſer de cette diminution dans le travail du bois ſur droit : au ſurplus, ſi l'on vouloit que la diminution eût lieu gradativement dans toute la longueur de la pièce, au lieu de mener les deux lignes tendues parallèlement, il faudroit ne mettre que 12 po. $\frac{1}{2}$ de diſtance entre α & γ (*fig.* 29′ & 31′.) la diſtance entre β & δ étant de 13 po.

Second Cas, pour le travail ſur le Tour.

Les pièces travaillées ſur le droit, on les travaille ſur le tour avec les gabarits ; & pour celles du milieu du Vaiſſeau qui n'ont pas un équerrage ſenſible, on ſe conduit comme nous l'avons enſeigné pour une des pièces de l'étrave : mais à peine quitte-t-on les maîtres couples allant de l'arrière à l'avant, de l'avant à l'arrière, que cet équerrage ne peut plus ſe négliger; cependant nous le conſidérons dans

dans une des parties du Vaiſſeau où il eſt le plus grand, dans le couple 7 de l'arrière, afin que les figures puiſſent rendre la choſe d'une manière plus diſtincte.

Le tracé du vertical (*fig.* 13.) ne donne que le contour du gabariage des couples, ou le contour extérieur à l'endroit où les pièces qui les compoſent s'accouplent; l'épaiſſeur de ces pièces ſur le droit ſont des éléments de la longueur du Bâtiment, & par conſéquent puiſqu'il s'élargit allant de l'arrière & de l'avant vers le milieu, les couples & leurs parties doivent s'ouvrir, allant de l'étambot & de l'étrave vers les maîtres. Conſidérons le couple 7 arrière, que nous avons deſſiné à part (*fig.* 22.) pour éviter la confuſion, & examinons la figure d'un couple de la membrure à la troiſième liſſe & ſelon l'obliquité de cette liſſe; elle doit avoir en cet endroit 12 po. $\frac{1}{4}$ ſur le tour & 12 po. $\frac{1}{8}$ ſur le droit. Nous obſervons, en paſſant, que c'eſt près de 14 po. ſur le tour au courant de la liſſe *a b*, parce que le trait du gabariage dans un plan perpendiculaire à celui de la liſſe, n'eſt pas lui-même perpendiculaire à ce plan de la liſſe : *a b* eſt plus long que *b c*, qui eſt le ſens dans lequel doit être pris la dimenſion ſur le tour. Rapportons la ſection de ce couple 7 par le plan de ladite troiſième liſſe, ſur ce plan (*fig.* XXIII.) (pl. 38.), calquée ſur la fig. 23, (pl. 6.) en *c c' d' d*, on voit que ces ſortes de ſections ſont des lozanges; la quantité dont les angles *a b c*, *b a d'* ſont ouverts, eſt ce que l'on appelle l'équerrage; chaque liſſe le donne pour chaque couple. On conçoit qu'il faut que la pièce de charpente ſur laquelle on applique le gabarit, puiſſe fournir indépendamment de la largeur ſur le tour un excédant de bois *c e*, à cette liſſe en dehors du gabarit

Pl. IV.

pour faire la partie du couple de l'avant ; & pour la partie de l'arrière un excédant de bois $d' e'$, en dehors du trait du dedans, parallèle au gabarit. Il en eſt de même à chaque liſſe à proportion de l'équerrage. (Nous ſuppoſons les pièces de conſtruction dégroſſies, à-peu-près à équerre carrée, comme cela eſt ordinairement).

On a donc grand ſoin de relever ces équerrages ſur le plan des liſſes, & de les rapporter ſur les gabarits, ainſi que l'obliquité de la liſſe ſuivant laquelle ils doivent ſe
Pl. IV. prendre, comme on le voit dans la *fig.* 22, qui repréſente avec le couple 7 tous ſes gabarits : la varangue V dont la tête dépaſſe de 6 po. la première liſſe $L\ I$; le genou G & la première allonge 1e. A de 12 pi. ; les autres allonges 2e. A, 3e. A &c. de 13 pi., conformément à la détermination dont il eſt queſtion au commencement du préſent Chapitre. On voit en $\alpha\ \beta\ \gamma$ ſur la première allonge, l'équerrage de ce ſeptième couple à la troiſième liſſe, & en $\beta\ \omega$ l'obliquité de la liſſe, ſuivant laquelle il doit être pris ; en $a\ b\ c$ ſur ce gabarit & ceux des autres pièces ſont les autres équerrages ; en $b\ o$ l'obliquité de la liſſe.

Quand on ne voit pas de traits tels que $b\ o$, qui indiquent l'obliquité de la liſſe, c'eſt qu'un des côtés de l'angle marque cette liſſe, & il n'eſt pas difficile de voir lequel. Par exemple, on voit bien au talon de la varangue que c'eſt $a\ b$ qui déſigne la liſſe.

Si les liſſes au-deſſus du fort ne ſe tracent pas communément ſuivant leur obliquité, ce qui oblige de prendre les équerrages au carré, c'eſt que cette obliquité eſt peu de choſe pour la partie de l'avant, & que l'équerrage n'eſt

pas grand dans la partie de l'arrière des œuvres mortes, puiſque le Vaiſſeau conſerve une grande largeur au tableau; ce qui rend indifférent dans la pratique la manière de prendre ces équerrages.

Au moyen de ces équerrages, on eſt en état de travailler toutes les pièces ſur le tour. Je prendrai pour exemple la première allonge de notre ſeptième couple; je ſuppoſe la pièce *A B C D* (*fig.* 33'.) qui la doit former, travaillée ſur le droit; j'y applique le gabarit, comme on le voit, de manière à trouver ſon épaiſſeur ſur le tour vers *B C*, & du bois ſuffiſamment pour l'équerrage vers *A D*. Cette opération a dû être faite au préalable ſur la pièce brute, & avant de la travailler ſur le droit, pour ne pas faire cette beſogne mal à propos. Quand elle eſt travaillée ſur le droit donc, on répète ce procédé, & le gabarit ſervant de règle, on mène le trait *a d*. Il s'agit après cela pour avoir le trait intérieur, de ſe procurer une certaine quantité de points: le plus eſt le mieux. PL. XXV.

Le pied de cette première allonge tombant tout près de la première liſſe ou liſſe de fond, il doit avoir 13 po. ſur le tour; ſa tête ſe prolonge au-delà des deux tiers de la diſtance de la liſſe du fond, à celle du fort ou l'épaiſſeur ſur le tour eſt de 11 po. $\frac{1}{4}$: il y a 15 lignes de diminution de l'une de ces liſſes à l'autre; ainſi, c'eſt 10 à 11 lig. ſur la longueur de l'allonge. Elle doit donc avoir environ 12 po. 1 lig. ſur le tour à ſa tête; pour l'épaiſſeur au milieu, il faut prendre la moitié de la ſomme de l'épaiſſeur à la tête & au pied: $\frac{13 \text{ po.} + 12 \text{ po. } 1 \text{ lig.}}{2} = 12$ po. 6 lig. $\frac{1}{2}$; pour l'épaiſſeur au quart à compter du pied, il faut prendre la

moitié de la ſomme de l'épaiſſeur au pied & au milieu. $\frac{13 \text{ po.} + 12 \text{ po. } 6 \text{ lig. } \frac{1}{2}}{2} = 12 \text{ po. } 9 \text{ lig. } \frac{1}{4}$. Pour l'épaiſſeur aux trois quarts, toujours à compter du pied, il faut prendre la moitié de la ſomme de l'épaiſſeur au milieu & à la tête : $\frac{12 \text{ po. } 6 \text{ lig. } \frac{1}{2} + 12 \text{ po. } 1 \text{ lig.}}{2} = 12 \text{ po. } 3 \text{ lig. } \frac{1}{4}$. Voilà donc pour l'épaiſſeur de cette allonge ſur le tour : au pied 13 po. ; au quart de ſa longueur 12 po. 9 lig. $\frac{1}{4}$; à la moitié 12 po. 6 lig. $\frac{1}{2}$; au trois quarts 12 po. 3 lig. $\frac{1}{4}$; à la tête 12 po. 1 lig. Faire cette opération, c'eſt ſuivant le langage du Charpentier, *médiocrer*. En continuant de médiocrer ainſi, on peut avoir autant de points intermédiaires que l'on voudra ; on partagera l'allonge en autant de parties égales, & on portera pour chaque partie la quantité qui lui convient. On fera $e\frac{1}{4}$ de 12 po. 9 lig. $\frac{1}{4}$; $e\frac{1}{2}$ de 12 po. 6 lig. $\frac{1}{2}$; $e\frac{1}{4}$ de 12 po. 3 lig. $\frac{1}{4}$. Par tous les points c, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, b on fera paſſer une courbe au moyen d'une règle pliante ou d'une latte : le gabarit même pourroit y ſuffire, la courbe du dedans ne différant pas aſſez de celle du dehors, pour qu'il en puiſſe réſulter une inexactitude ſenſible.

Maintenant pour déterminer les différents équerrages, j'ouvre mon équerre (tout-à-l'heure on décrira cet inſtrument), de manière qu'elle faſſe l'angle $\alpha\beta\gamma$ & je travaille la coche $c'oc'$ de façon qu'une des branches de l'équerre étant placée ſur $\beta\omega$, l'autre dans un plan perpendiculaire à la face du droit, touche exactement le fond de la coche : c'eſt cette branche qui en détermine la profondeur. On fait la même opération pour chacune des liſſes qui ſe

trouvent dans la longueur de la pièce; par exemple, dans notre allonge, on a l'équerrage à la ſeconde, troiſième & quatrième liſſe: on peut même employer celui à la première pour ſon extrémité *d* parce qu'elle n'en eſt éloigné que de 6 po.

L'extrémité du trait de la profondeur de chaque coche, à la ſurface oppoſée de la pièce, y procure un point, & tous ces points déterminent le contour du trait; on peut les multiplier ſi l'on veut, en médiocrant les équerrages: mais auparavant de dire comment cela ſe fait, il faut entrer dans un peu plus de détails ſur la manière de les prendre.

Les équerrages ſont portés ſur les gabarits pour les conſerver, ſans riſquer de les perdre, autant que ces gabarits ſubſiſteront; mais indépendamment de cela, le Charpentier pour ſa commodité, les porte à part ſur une tablette (*fig.* 34'.). Le can *A B* en eſt bien dreſſé, & fait conſtamment un des côtés des angles; les autres traits qui déterminent ces angles, ſont tirés comme on le voit dans la figure; ainſi l'angle *A b c* eſt l'équerrage à la troiſième liſſe du ſeptième couple *α β γ* (*fig.* 22.) *a b c* (*fig.* XXIII.) Pl. IV & VI. ainſi des autres. Pl. IV & XXXVIII.

L'équerre du Charpentier eſt compoſée d'une eſpèce de règle de bois dur *A B* (*fig.* 35'.) ordinairement d'un pied Pl. XXV. de longueur & de 6 à 8 lig. en carré; il règne au milieu, dans une longueur d'un peu plus de 8 po., une fente *a b* capable de recevoir une lame de laiton ou de fer *B C* (*fig.* 36'.) qui a avec la règle de bois, un mouvement de charnière en *B*: cette partie en métal eſt de 8 po. de longueur, & eſt bien dreſſé, ainſi que la règle: le tout déployé de

manière que la lame faſſe la prolongation de la règle, donne une longueur de 20 po. L'équerre fermée a un pied juſte : au moins eſt-ce comme cela communément. On voit que la *fig.* 35′ eſt la ſurface du dedans ou du dehors, & que la *fig.* 36′ repréſente ſa face latérale. Elle eſt diviſée en pouces & même en demi-pouces & quarts de pouces.

On applique le dedans de la règle ſur le can *A B* de la tablette (*fig.* 34′.), de manière que la rainure *a b* (*fig.* 35′.) ſe confonde avec *A B* (*fig.* 34′.) ſans gêner le mouvement de la lame *B C* (*fig.* 36′.), qu'on ouvre de façon à confondre ſon can inférieur avec le trait de l'équerrage que l'on veut avoir.

A préſent pour médiocrer les équerrages, par exemple, pour avoir celui qui convient à la pièce à la moitié de la diſtance entre la fauſſe liſſe & la première, on prend l'équerrage qui appartient à la fauſſe; remontant l'équerre ſur la tablette (*fig.* 34′.) juſqu'à ce que le ſommet de l'angle ſe confonde avec le ſommet *S* de l'équerrage de la première liſſe, on mène ſur la tablette un trait occulte *S C*, donné par la lame de l'équerre. On voit que *C D* eſt la différence de l'ouverture de l'équerrage à la fauſſe & à la première liſſe ; on prend la moitié de ce petit angle, ce qui donne une nouvelle ligne *S m*, qui, avec le côté *A B* de la tablette, eſt l'équerrage intermédiaire entre la fauſſe & première liſſe. Au moyen de ce procédé on aura tout autant d'équerrages que l'on voudra, qui donneront autant de points ſur la face du droit oppoſée à celle ſur laquelle on a appliqué d'abord le gabarit ; par ces points on fait paſſer une ligne courbe comme nous l'avons enſeigné.

Comme l'uſage des Charpentiers eſt de prendre ordinairement l'équerrage en gras, c'eſt-à-dire, ſuivant l'angle ouvert, ils ne peuvent ſe le procurer ſur la partie extérieure des couples que pour les pièces qui les doublent de l'avant (à l'égard de la partie de l'arrière juſqu'au milieu du Vaiſſeau). L'équerrage des pièces qui doublent de l'arrière, ſe peut prendre ſur la partie intérieure du couple : c'eſt ce que la ſection *d c c' d'* (*fig.* XXIII.) du couple 7 par le plan de la troiſième liſſe, rend ſenſible ; or, ces pièces qui doublent de l'avant ſont la varangue, les premières, troiſièmes & cinquièmes allonges : celles qui doublent de l'arrière ſont les genoux, les deuxièmes & quatrièmes allonges : ainſi, pour la première allonge (*fig.* 33'.), nous avons arrangé notre gabarit de façon à réſerver du bois en dehors pour l'équerrage ; à l'égard d'un genou, d'une deuxième allonge, &c. il faudroit trouver ce bois en dedans, c'eſt à-dire, trouver l'épaiſſeur ſur le tour & du bois pour l'équerrage du même côté ; d'ailleurs il ne ſe rencontre pas d'autres difficultés pour appareiller la pièce ; & une fois que l'on a les traits ſur les faces du tour & ceux du fond des coches, il ne reſte qu'à abattre le bois qui ſe trouve entr'eux. Au ſurplus, ſi l'on veut prendre l'équerrage de la partie extérieure de la pièce qui double de l'arrière, dans le cas dont il eſt queſtion, il faut l'avoir en maigre & le ſupplément de l'angle le donne. Ainſi *B S D* (*fig.* 34'.) eſt le ſupplément pour l'équerrage de la deuxième liſſe *A S D*.

Pl. XXXVIII.

Pl. XXV.

Ce n'eſt que pour la partie de l'arrière juſqu'au milieu du Vaiſſeau, comme nous l'avons obſervé, que l'équerrage ſe trouve en gras extérieurement pour les pièces des couples qui doublent de l'avant : quant à la partie de l'avant du

Bâtiment, c'eſt pour les pièces qui doublent de l'arrière : mais ce n'en eſt pas moins pour les pièces analogues de membrure, parce que leur diſpoſition eſt contraire. Pour bien entendre ceci il faut ſavoir que la varangue du maître arrière, reçoit ſes genoux ſur l'arrière, & que celle du maître avant, les reçoit de l'avant; les autres couples ſont diſpoſés de même pour l'avant & l'arrière. Les varangues, premières, troiſièmes & cinquièmes allonges regardant leurs maîtres reſpectifs; les autres pièces doublent du côté oppoſé.

Il faut travailler le bout des pièces de manière qu'elles ſe touchent de partout exactement, à l'endroit de leur jonction, ce en quoi on eſt guidé par les traits de l'extrémité des gabarits. Si le gabarit étoit trop étroit en cette partie, pour donner une détermination bien exacte, on
Pl. IV. y clouroit des petites planchettes $x\ x'\ y\ y'$ (*fig.* 22.) qui donneront bien préciſément la poſition de l'écart; ce que l'on vérifieroit en appliquant ſur les deux gabarits joints bout à bout, celui de la pièce qui doit doubler cet écart de manière que les traits des liſſes étant bien les unes au-deſſus des autres, ceux du contour ſe confondiſſent.

II.

De l'aſſemblage des Couples de Levée.

Maintenant que nous en avons dit aſſez pour faire entendre le travail des pièces qui compoſent les couples de levées, il faut nous occuper de leur aſſemblage, pour former ces couples.

On choiſit le plus près de la cale de conſtruction qu'il eſt poſſible, des eſpaces d'une grandeur ſuffiſante pour pouvoir

pouvoir y développer ces couples, à plat sur le terrein; les chantiers de construction sont ordinairement trop resserrés, pour qu'on trouve autant de ces espaces, qu'on a de couples à assembler; mais on en monte successivement plusieurs les uns au-dessus des autres. Ayant approprié l'endroit où doit s'assembler le couple, toutes les pièces travaillées conformément aux méthodes que nous avons décrites, on en pose la varangue *V V* (*fig.* 44'.) sur les chantiers *C c*. Ces chantiers sont des assemblages de plusieurs billots de bois qui reviennent aux chantiers sur lesquels reposent la quille, (Voyez page 168 du premier Tome); mais dont la surface supérieure de tous se trouve dans un plan horizontal. On y ajoute bout à bout, la première allonge 1e. *A* 1e. *A*; à celle-ci la troisième 3e. *A* 3e. *A* prolongée enfin par la cinquième. Afin que ces pièces se raccordent comme elles le doivent, on pose d'abord le gabarit du genou *G G* sur la varangue & la première allonge, de manière que les traits des lisses qui y sont marquées, correspondent à ces mêmes traits, tracés aussi sur les pièces des couples; pour la correspondance exacte de ces lignes, on les rapporte sur le can extérieur du gabarit & sur la face du dehors de la pièce. On range la première allonge de manière que son contour & celui de la varangue se confondent, ainsi que le trait des lisses, avec le gabarit du genou dans toute son étendue & la marque de ces mêmes lisses; on place ensuite le gabarit de la seconde allonge 2e. *A* 2e. *A* sur la première & la troisième, avec la même attention; on range pareillement celle-ci, & on continue l'opération avec le gabarit de la quatrième. PL. XXVII.

Il est nécessaire que l'ensemble de la face plane des

couples ſoit dans un même plan ; pour parvenir à l'y mettre, on tend des lignes $L\,L'$ tranſverſalement à l'aſſemblage qu'on vient de faire; il faut qu'elles ne faſſent qu'arraſer les faces des pièces, & qu'elles ſe touchent à leurs points de rencontre entr'elles ſans ſe gêner ; c'eſt alors que cet aſſemblage eſt dans le même plan : on met de petites cales entre les chantiers & les pièces qui ont beſoin d'être élevées pour obtenir cette condition, & cela juſqu'à ce qu'elles ſoient remplies (*a*).

Il eſt encore de néceſſité que ces pièces ſemblables de ſtribord à bâbord, ſoient tellement placées, que la même ſimilitude ait lieu dans leur aſſemblage. Pour vérifier ſi cela eſt ainſi, on a d'abord des règles d'ouverture pour le fort & pour le plat-bord : ces règles ſont des cabrions de chêne $F\,f$, $P\,p$, d'environ 5 po. d'équarriſſage, ſur leſquels ſont marquées les largeurs du Vaiſſeau aux points d'interſections de ces liſſes du fort & du plat-bord, avec le gabariage des couples de levées ; la règle $F\,f$ qui eſt pour le le fort de l'avant, porte les plus grandes ouvertures aux maîtres 1, 2 &c. ſeptième couple avant; la règle $P\,p$ qui eſt pour le plat-bord, pareillement de l'avant, porte l'ouverture des mêmes couples à cette liſſe; le trait du milieu du Vaiſſeau eſt auſſi marqué ſur ces règles en *M*.

On porte la règle du fort à travers le couple, de manière que la diviſion qui appartient à ce couple, ſoit ſur le gaba-

(*a*) Cette manière de niveler eſt peu exacte. Je voudrois qu'on accoutumât l'ouvrier des conſtructions à employer le niveau d'eau pour les nivellements un peu étendus. L'Ingénieur pourroit en imaginer de très-propres aux opérations d'architecture navale, dont quelques-unes de ce genre ſont très-délicates : par exemple, la recherche de l'arc. (Voyez ce mot ARC).

riage ſtribord & bâbord, à l'endroit où eſt marqué la liſſe du fort; ainſi comme c'eſt le maître couple dont il eſt queſtion, on place la diviſion de la règle m^e. ſur les points $l f$ du couple; elle traverſe ainſi le couple, & s'il ne ſe trouvoit pas avoir la largeur qu'elle indique, il faudroit voir d'où provient l'erreur & la corriger.

La règle d'ouverture pour le plat-bord s'emploie de même pour vérifier les largeurs du couple à la hauteur de cette liſſe.

Enfin on prend deux points x x proche des extrémités de la varangue & également éloigné de ſon trait du milieu $\mu\,\mu$; on y fait deux petites coches d'environ un quart de pouce de profondeur, bien ſemblablement placées, bien exactement de même profondeur; elles ſont deſtinées à recevoir les points de fer du grand compas de bois $x\,y\,x$, ainſi ſitué dans le plan des couples; on tend une ligne par le trait du milieu $\mu\,\mu$ de la varangue qui doit paſſer en même temps & par le trait du milieu des règles d'ouvertures, & par le centre y de la tête du compas. Cette condition remplie & le creux à partir de la règle d'ouverture vérifié, on eſt aſſuré de la correction de ſon travail.

Afin de le fixer & qu'aucune pièce ne ſe dérange, on cloue des taquets $t\,t$ ſur les chantiers en dedans en dehors ſur les couples, & qui contiennent bien les pièces; & pour en empêcher la moindre déſunion, on cloue à tous leurs joints, ſur la ſurface extérieur du tour, des bouts de planches ou croutes de chêne $d\,d$ qui étant arrêtées ainſi ſur les deux pièces en empêchent abſolument la disjonction.

Avant de fixer ainſi l'aſſemblage, on paſſe la ſcie dans

les joints, non pas pour obtenir une ſolution de continuité (qu'on me paſſe le terme) puiſque ces joints ſont la ſéparation des pièces; mais pour en quelque façon, en polir les bouts, & que le contact en devienne plus exact: la ſcie fait dans cette opération ſeulement la fonction d'une lime; après cela on frappe ſur les extrémités des pièces, qui ſe trouvent éloignées de l'épaiſſeur du trait de la ſcie, afin qu'elles ſe touchent parfaitement; on ſent bien que ce petit mouvement ne peut produire un effet aſſez ſenſible pour influer ſur le gabarit des couples. Pour contenir les pièces pendant qu'on paſſe la ſcie dans le joint, on fiche dans le chantier des clous en deſſus & en deſſous du joint, en dedans & en dehors des pièces & à les toucher.

Cet aſſemblage fait avec toute la préciſion que doivent procurer les opérations que nous venons de décrire, il eſt queſtion de le doubler en lui accouplant les genoux, ſecondes & quatrièmes allonges. Pour cela il ne s'agit que de ſubſtituer ces pièces mêmes à leurs gabarits, dont on a vû que nous nous ſommes ſervi pour régler le contour des varangues, premières, troiſièmes & cinquièmes allonges. On applique donc ces genoux GG, deuxièmes & quatrièmes allonges 2^eA 2^eA, 4^eA 4^eA ſur le premier aſſemblage, de manière que les traits des liſſes ſe rapportent exactement, que les gabariages ſe confondent, que les abouts ſe joignent avec préciſion. Cet aſſemblage eſt un guide ſûr, & nous ne voyons aucune difficulté pour régler le ſecond.

Les genoux laiſſent un eſpace DV, DV de la varangue, à doubler; plus ou moins long, ſelon que ces genoux fourniſſent moins ou plus ſur ladite varangue; on le remplit, bien entendu dans les couples qui n'ont pas d'oreillers, par

des demi-varangues travaillées sur les gabarits & équerrages de la varangue ; on double aussi la cinquième allonge avec une pièce qui prolonge la quatrième & s'appelle bout d'allonge. Tout cela bien ajusté le couple est formé.

Alors on lie l'assemblage total par six goujons *g*, dans chaque pièce qui la pénètrent aussi bien que celles qui la doublent ; ainsi le genou est fixé par trois goujons sur la varangue, & par trois autres sur la première allonge, d'environ 13 lig. ; la deuxième allonge est pareillement fixée par trois goujons sur la première allonge, & par trois autres sur la troisième d'environ 12 lignes, &c. Plus haut les goujons sont de 11 lignes. On met des gournables au lieu de goujons aux endroits des varangues où doivent aboutir les pompes, ainsi que dans les assemblages par le travers des ponts, afin qu'en perçant, en bas les trous de ces pompes, en haut pour le chevillage des fourrures de goutières, on n'y rencontre pas de fer.

Pour conserver les largeurs des couples, on cloue sur leur face plane à la place des règles d'ouvertures qui ont servi à les vérifier, des bordages d'environ 14 po. de largeur & 3 po. d'épaisseur, appelés *planches d'ouvertures* ; le trait du milieu des règles est rapporté sur ces planches ; on cloue sur la même face plane de ces couples un taquet de chaque bord au-dessous du can inférieur du bordage pour soulager les clous qui l'arrêtent, car le poids de ces planches est assez considérable ; on cloue encore sur ce bordage, en dedans du couple, & à le toucher aussi de chaque bord, un autre taquet pour empêcher les branches de ce couple de se resserrer. Au surplus, pour un Vaisseau du rang de celui sur lequel nous nous exerçons, comme les couples

ſont trop peſants pour qu'on puiſſe les mettre en place en entier, on ne goujonne pas ſur le terrein les troiſièmes avec les ſecondes allonges, afin de n'avoir d'abord à traverſer ſur la quille & à élever en ſon lieu, que l'aſſemblage des varangues, genoux, premières & ſecondes allonges. Les troiſièmes, quatrièmes & cinquièmes allonges ne doivent être hiſſées & rajuſtées avec la partie baſſe, que quand elle ſera placée.

L'aſſemblage de tous les autres couples ſe fait en ſuivant les mêmes procédés; celui qui vient de ſervir à notre deſcription eſt le maître couple; on pent faire par deſſus l'aſſemblage d'un ou deux autres. Plus vers l'avant on monte les couples de l'avant; & il faut avoir attention de faire ſon établiſſement le plus par le travers des endroits de la quille où les couples doivent être élevés, qu'il eſt poſſible, le talon la regardant.

CHAPITRE III.

Du Travail de l'Arcaſſe.

I.

Des Opérations graphiques, néceſſaires pour régler les Pièces qui la compoſent, à cauſe de leur grande courbure.

La partie du Vaiſſeau compriſe entre la liſſe d'hourdy, les eſtains & la flottaiſon a une rondeur conſidérable; auſſi
Pl. VI. comme on le voit dans la *fig.* 23, la portion des troiſième, quatrième & cinquième liſſes entre le faux couple $fc\ fc''$, & la rablure de la liſſe d'hourdy ou de l'étambot, a une

grande courbure. Cette grande courbure doit faire l'objet de deux considérations.

L'une de l'extrême équerrage qu'auroient les couples tout-à-fait de l'arrière, si leur gabariage étoit dans des plans latitudinaux, parallèles à ceux des autres couples : pour en prendre une idée, il ne faut que jeter les yeux sur la forme qu'auroit la section ↓ (*fig. XXIII.*) du faux couple *F C* (*fig. 46'*) par le plan de la troisième lisse, si ce faux couple existoit dans la construction ; l'équerrage en seroit tel que, joint à la grande courbure des bois, les pièces en seroient introuvables ; encore est-ce la coupe d'une de celles de l'avant ; la pièce qui devroit doubler de l'arrière, comme on peut le voir, auroit l'angle bien plus ouvert. Pour obvier à cet inconvénient, on dévoye ce couple, appelé *l'estain*, qui se joint à la lisse d'hourdy ; c'est-à-dire, qu'au lieu de le faire passer par un plan vertical latitudinal comme les autres, il est seulement dans un plan vertical ; d'ailleurs oblique relativement aux sections latitudinales, d'une obliquité déterminée par sa projection *E e* (*fig. 29.*) ; l'intervalle entre ces estains se remplit par des pièces *B bp*, *B b*1 &c. (*fig. 46'.* & *B b* (*fig. 48'.*) appelées *barres*, qui *endentent* sur l'étambot ; leur gabariage est représenté en *B b* (*fig. 29.*).

Pl. XXXVIII. Pl. XXIV. Pl. X. Pl. XXIV & XXIII. Pl. X.

L'autre considération qui naît de la rondeur de l'arrière, de la grande courbure des lisses & du périmètre de toutes les sections qu'on y peut imaginer, doit faire sentir la nécessité d'un travail très-soigneux pour que ces courbes, bien conduites chacune en leur particulier, aient un concert indispensable dans leurs points d'intersection : la cinquième lisse, par exemple, peut se terminer en *f c''* 5 *l* (*fig. 23.*)

Pl. VI.

par une infinité de courbures bien ſuivies & ſe raccordant exactement avec le reſte de la liſſe; les quatrième, troiſième &c. liſſes ne ſont pas non plus parfaitement déterminées dans cette partie; mais il eſt à remarquer que plus leur courbure diminue, plus les différences qui pourroient avoir lieu dans leur conduite deviennent inſenſibles. Quoiqu'il en ſoit de toutes ces différences petites ou grandes, il peut en provenir une grande irrégularité dans la courbure du périmètre des ſections dans un autre ſens; ainſi la ſection imaginée en FE (*fig.* 29 & 48′.) dont le contour FC (*fig.* 46′.) coupe les projections des liſſes dans les points I, I' &c. peut donner lieu de retoucher à la conduite de ces liſſes pour que la ſienne ſoit bonne & régulière: nous en parlerons ailleurs, car le tracé de ce faux couple nous ſera néceſſaire pour celui des barres & principalement l'équerrage de quelques-unes.

Pl. X & XXIII.
Pl. XXIV.

Mais puiſque ce ſont dans les courbes qui ont le moins de courbure, que la variation de conduite procure des effets moins ſenſibles, il convient d'imaginer dans la carène, les ſections verticales-longitudinales projetées en LS LS &c. (*fig.* 46′, 29 & 48′.) pour principalement, déterminer le contour des barres; on voit (*fig.* 48′.), combien leur courbure eſt plus allongée que celle de la partie de l'arrière des liſſes: d'ailleurs ce ſont ces ſections qui préſentent le plus naturellement l'équerrage de la grande partie de ces barres. Il n'y a guère que pour les plus baſſes, & particulièrement le fourcat, que l'on ait beſoin du faux couple FC (*fig.* 46′.) ou FE (*fig.* 29 & 48′): Nous appelons les projections du périmètre de ces courbes verticales-longitudinales, *liſſes verticales*, quoiqu'on ne liſſe

Pl. XXIV, X & XXIII.
Pl. XXIII.
Pl. XXIV, X & XXIII.

pas

pas dans ce ſens, mais pour abréger; & on comptera première liſſe verticale, ſeconde, &c. à partir de la ligne du milieu.

Pour projeter ces liſſes verticales ſur le plan vertical (*fig.* 46′.) & ſur celui horizontal (*fig.* 29), il n'y a que les droites *S L S L*, &c. à mener parallèlement à la ligne du milieu; il eſt bien qu'elles ſoient à des diſtances égales entre elles. Quant aux moyens d'en avoir les projections curvilignes ſur le plan d'élévation (*fig.* 48′.), c'eſt une opération aſſez ſimple pour les perſonnes qui auront lu avec attention ce que nous avons dit des plans. Il faut prendre ſur le vertical la diſtance du point d'interſection du gabariage de chaque couple avec la projection de la liſſe verticale, au trait du deſſus de la quille, & rapporter cette hauteur ſur la projection du couple dans le plan d'élévation, auſſi du deſſus de la quille: ainſi en prenant la hauteur au-deſſus de la quille du point 6 (*fig.* 46′.) d'interſection du couple 6 avec la troiſième liſſe verticale, & la rapportant en 6′ (*fig.* 48′.) ſur le pareil couple, c'eſt par ce point que paſſera le trait curviligne de la projection de cette liſſe verticale; on aura tous les autres points de même. Pl. XXIV & X. Pl. XXIII. Pl. XXIV. Pl. XXIII.

Il n'y a qu'aux eſtains où on puiſſe trouver quelques difficultés; on pourroit y prendre pareillement ſur le vertical (*fig.* 46′.) la hauteur du point d'interſection, & puis avec un autre compas, la diſtance de ce point à la ligne du milieu, que l'on porteroit ſur le plan horizontal (*fig.* 29.) auſſi de la ligne du milieu ſur l'eſtain qui y eſt projeté: ce dernier point ainſi déterminé, ſa diſtance à la perpendiculaire de l'étambot ou à la projection de ſon plan vertical-latitudinal avec la hauteur priſe ſur l'eſtain du vertical (*fig.* 46′.) mettroit en état de déterminer ſur le plan d'élé- Pl. XXIV. Pl. X. Pl. XXIV. Pl. XXIV.

vation le point par lequel doit passer le trait curviligne ; mais il vaut mieux projeter d'abord cet estain sur ledit plan d'élévation, d'autant mieux qu'on en aura besoin pour d'autres objets : alors on y rapportera immédiatement la hauteur des points d'intersection.

Pl. XXIV. Pour faire cette projection de l'estain *E e* (*fig.* 46'.),
Pl. XXIII. telle qu'on la voit en *E e* (*fig.* 48'.), c'est le procédé que nous venons d'indiquer qu'il faut suivre pour autant de points que l'on voudra, le plus sera le mieux. On prendra
Pl. XXIV. donc, par exemple, la hauteur *H h* (*fig.* 46'.) d'un point
Pl. XXIII. quelconque *H*; on la portera de *p* en *P* (*fig.* 48'.); on prendra de plus la distance *H M* (*fig.* 46'.) du point *H* à la ligne
Pl. X. du milieu ; on la rapportera de *M* en *H* (*fig.* 29.). Enfin la distance *H P* de ce point *H* à la projection du plan de
Pl. XXIII. la perpendiculaire, étant rapportée de *p* en *h* (*fig.* 48'.), il ne restera qu'à faire le parallélogramme rectangle *P p h H* pour avoir le point *H*, par où doit passer l'estain. Prenez de même autant de points que vous voudrez, les multipliant surtout aux endroits de la courbe où elle a le plus de courbure, & vous serez en état de tracer l'estain *E e*.
Pl. XXIV. Les hauteurs de points d'intersection de l'estain *E e* (*fig.* 46'.) & des lisses verticales se rapporteront tout de suite comme
Pl. XXIII. nous venons de le dire sur l'estain *E e* (*fig.* 48'.).
Pl. XXIV. Le contour *F C* (*fig.* 46'.) du faux couple partant de la tête des estains, ayant été tracé d'après les lisses, il nous donnera aussi des hauteurs pour les lisses verticales à
Pl. XXIII rapporter sur *F E* (*fig.* 48'.) : il faut dire ici comme il se détermine.

Pl. X & XXIII. Ayant mené la ligne *E F* (*fig.* 29 & 48'.), de la tête de l'estain *E* parallèlement au plan latitudinal de la perpen-

diculaire de l'étambot, prenez la distance de cette projection du faux couple en question audit plan de la perpendiculaire, portez-la de p en F (*fig.* 23.) du point F menez la parallèle FC à la perpendiculaire pP : FC sera la projection du faux couple sur le plan des lisses; il ne reste qu'à prendre les ouvertures FC FC' FC'', &c. & les porter sur les cinquième, quatrième, troisième lisse, &c. de c en I (*fig.* 46′.) de c' en I' de c'' en I'' &c., faisant passer par la tête de l'estain E & les points I I' I'' &c. la courbe FC, on a le faux couple demandé. Si son contour, pour passer par ces points, péchoit en quelque chose à l'égard de l'uniformité, il faudroit corriger convenablement celui des lisses. Pl. VI. Pl. XXIV.

Les lisses verticales se terminent en L, L &c. (*fig.* 46′ & 29) sur le trait fait à la moitié de l'épaisseur de la lisse d'hourdy sur sa face extérieure (*a*). On prend la distance de chacun de ces points L (*fig.* 29.) à la perpendiculaire, & leur hauteur du dessus de la quille sur le vertical (*fig.* 46′.); ces opérations mettent à même d'avoir chacun des points extrêmes des lisses verticales vers L (*fig.* 48′.). Si la lisse d'hourdy a une rablure, c'est dans cette rablure qu'aboutissent ces lisses verticales, en dedans du trait de ladite rablure, de l'épaisseur du bordage prise normalement à la lisse. Pl. XXIV & X. Pl. X. Pl. XXIV. Pl. XXIII.

La lisse d'hourdy qui a une rablure diffère de celle qui

(*a*) C'est aussi sur ce trait que doivent, pour l'exactitude, aboutir les lisses obliques; ce que nous nous sommes contentés de dire dans une note page 59, craignant de trop compliquer les explications, en ne faisant pour ainsi dire qu'entrer en matière. Ces lisses obliques aboutissent pareillement dans la rablure quand la barre d'hourdy est à rablure.

n'en a pas, en ce qu'il se pratique une entaille le long de la face verticale & extérieure de cette première, qui prend à la moitié de son épaisseur; en sorte qu'au lieu d'avoir la
Pl. XXIV. section verticale *A B C D* (*fig.* 49′.) quadrangulaire, elle a la figure *a b c d e f;* c'est dans l'entaille ou la rablure *d e f*, qu'aboutissent une partie des bordages de la carène, au lieu que pour la lisse d'hourdy sans rablure, ils aboutissent en *E*, & font par conséquent une saillie, au-dessus de laquelle on garnit avec une lisse à placage. La lisse d'hourdy à rablure, s'entaille avec l'étambot, comme l'autre; mais de manière que sa partie *a f* se rende jusqu'au trait de la rablure de l'étambot; *e d* se trouve à la partie intérieure de cette rablure comme la partie *E D* de celle sans rablure; on n'a pas besoin de dire qu'on abat un peu de bois pour l'une & pour l'autre, pris sur *D C* ou *d c* à venir à rien en *E* ou *e*, suivant la quête; c'est ce que l'on verra d'ailleurs lorsque nous parlerons de l'équerrage de cette pièce. La lisse d'hourdy sans rablure a sur l'autre l'avantage de conserver toute sa force & de porter les estains plus vers l'avant, ce qui en diminue l'équerrage. Si cette pièce dans notre Vaisseau étoit à rablure, on conçoit que l'estain
Pl. XXIII. *E e* (*fig.* 48′.) seroit de 4 po. $\frac{1}{2}$ plus sur l'arrière, puis-
Pl. XXII. qu'elle seroit réduite réellement à l'épaisseur *d c* (*fig.* 49′.); *e f* n'étant là qu'un excédant de bois, dont la lisse à placage tient lieu dans la barre d'hourdy sans rablure.

Si les hauteurs d'intersection prises sur le contour du
Pl. XXIV. faux couple *F C* (*fig.* 46′.) tracé d'après les lisses, gênoient l'uniformité de celui des lisses verticales, il faudroit corriger ce faux couple, & par conséquent encore la courbure des lisses, sur lesquelles la correction du faux couple pourroit influer.

La projection des liſſes obliques, des liſſes verticales, des eſtains, du faux couple, paſſant par leur tête, donnent aſſez de points pour déterminer le tracé des barres. Il doit y en avoir ſix au-deſſous de la liſſe d'hourdy dans le Vaiſſeau ſur lequel nous nous exerçons, y compris celle du pont & le fourcat d'ouverture. On voit ſur le plan que le creux de l'arrière eſt de 24 pi. 4 po.; le pied des eſtains, & par conſéquent le deſſous du fourcat, eſt à une hauteur de 16 pi. 3 po. au-deſſus de la partie ſupérieure de la quille: c'eſt une longueur de l'étambot de 8 pi. 1 po. qui doit être garnie par les barres. Celle du pont doit avoir 13 po., les autres 1 pied; il reſtera 2 pieds pour les cinq mailles entre ces ſix barres. Prenant 5 po. $\frac{1}{2}$ entre chacune de celles qui ſont droites ou dans des plans horizontaux, il reſtera 3 po. & le bouge de celle du pont entr'elle & celle de deſſous; ainſi il s'agit de prendre 16 pi. 3 po. de β (*fig.* 46'.) en b 5; PL. XXIV. 1 pi. de b 5 en f; 5 po. $\frac{1}{2}$ de f en b 4, & ainſi ſucceſſivement pour les quatre barres ſupérieures au fourcat & les mailles entr'elles; à tous ces points de diviſions, élevez des perpendiculaires à la ligne du milieu: cette opération donne la projection des barres $B\ b1$ $B\ b2$ &c. ſur le plan vertical faiſant enſuite βx de 24 pi. 4 po., creux de l'arrière; élevez en x une autre perpendiculaire à cette ligne du milieu: ce ſera la ligne droite de la barre du pont; du point où elles rencontrent l'eſtain, menez une courbe parallèle à la liſſe d'hourdy, qui donnera la partie ſupérieure de cette barre, ſur laquelle ſe terminent les bordages du premier pont; une autre parallèle à 13 po. en deſſous de celle-ci, ſera le deſſous de la barre.

Prenez ſur la perpendiculaire de l'étambot du plan d'é-

Pl. XXIII. lévation (*fig.* 48′.) ou sur le trait de la rablure, les hauteurs du dessus & du dessous des barres relevées sur le vertical; menez par ces points des parallèles à la quille.

Ces parallèles sur le vertical & le plan d'élévation sont des projections d'espèce de ligne d'eau, qu'il faut rapporter sur le plan horizontal; ainsi, il est question d'abord de prendre sur le vertical la distance des points d'intersection des couples, & desdites parallèles ou lignes horizontales à la ligne du milieu; & de rapporter ces ouvertures sur le plan horizontal, à chaque couple pour chaque ligne

Pl. X. d'eau: par exemple, pour avoir Φ (*fig* 29.) sur le couple

Pl. XXIV. 6, où doit passer la parallèle prolongée *f B* (*fig.* 46′.), on prend la distance de *f* au point Φ d'intersection de cette

Pl. X. parallèle & du couple 6, & on la porte de 6 en Φ (*fig.* 29.), & ainsi des autres.

Les ouvertures se prennent pareillement sur l'estain

Pl. XXIV. *E e* (*fig.* 46′.); & elles se rapportent de la ligne du mi-

Pl. X. lieu sur l'estain *E e* (*fig.* 29.) bien carrément à cette ligne du milieu.

Ces lignes d'eau aboutissent dans la rablure de l'étambot, comme les couples à l'égard de la quille; on les termine au moyen du même procédé, auquel nous renvoyons: il y a là un contr'étambot, & l'étambot même fournit ordinairement du bois en dedans de la rablure. Mais, tout cet excédant de bois ne sera que pour les entailles des barres peu acculées, & s'il fait partie des talons de fourcats ou varangues acculées, on le travaille sur le gabarit, & au surplus on diminue d'autant le talon de ce gabarit pour n'en employer que ce qu'il faut pour trouver la pièce: ceci s'éclaircira quand nous parlerons du travail des barres.

Maintenant, il nous reſte à rapporter encore ſur le plan horizontal, les points d'interſection des liſſes verticales & du faux couple, avec les lignes d'eau ; ce ſont ces points qui prononçent avec le plus de préciſion le contour des barres. On doit ſavoir ce qu'il y a à faire pour cet effet. Donnons-en cependant un exemple pour les liſſes verticales, & un pour le faux couple ; prenez la diſtance $\alpha\ \beta$ (*fig.* 48′.) de la perpendiculaire au point d'interſection de la première liſſe verticale & de la ligne d'eau faiſant la ſurface ſupérieure de la cinquième barre. Rapportez cette diſtance du point β (*fig.* 29.) en $a : a$ ſera le point cherché de cette ligne d'eau. Et quant au faux couple pour opérer ſur la même ligne d'eau, prenez la diſtance de f en γ (*fig.* 46′.) ; portez-la de F en γ (*fig.* 29.) : & vous aurez en γ, le point de cette ligne d'eau au faux couple. Il n'y a pas plus de difficultés pour les autres lignes d'eau ou barres, excepté pour celle du pont. Pl. XXIII. Pl. X. Pl. XXIV & X

Pour cette barre du pont, comme c'eſt le gabarit particulièrement de ſon lit ſupérieur qu'il faut ſe procurer, il eſt néceſſaire qu'elle ſoit projetée ſuivant ſon bouge, ſur le plan d'élévation (*fig.* 48′.), parce que c'eſt l'interſection du trait courbe que donnera cette projection, avec les liſſes verticales, qui déterminera le contour de cette barre. Pour avoir ladite projection, prenez les hauteurs, au-deſſus de la quille, des points m, 1, 2, 3, 4, 5 (*fig.* 46′.) de l'interſection de la barre avec les liſſes verticales, rapportez les mêmes hauteurs ſur l'étambot & les liſſes verticales du plan d'élévation : elles donneront les points B, 1, 2, 3, 4, 5 (*fig.* 48′.) par laquelle faiſant paſſer une courbe, on aura la projection néceſſaire. Il n'y Pl. XXIII. Pl. XXIV. Pl. XXIII.

a plus qu'à relever la distance des points *B*, 1, &c. 5 à la perpendiculaire, & les rapporter de la même perpen-
Pl. X. diculaire en *m*, 1, &c. 5 (*fig.* 29.) & on aura les points par lesquels il faut faire passer une courbe pour avoir le gabarit de la barre.

La lisse d'hourdy ne se travaille pas sur un gabarit; son contour se détermine par les ordonnées prises dans un quart de cercle, comme nous l'avons dit page 50 & suiv. Mais le trait de cette barre où doivent aboutir les bordages de la carène, qui marque la moitié de son épais-
Pl. XXIV. seur, représentée par la ligne ponctuée *Q q* (*fig.* 46'.), ce trait, dis-je, doit être arrondi par une courbure *Q Q E*
Pl. X. (*fig.* 29.) qui se raccorde avec le bouge de la barre, & la section horizontale à cette hauteur; la partie supérieure de cette lisse d'hourdy est angulaire à ses extrémités, & c'est là où s'opère le changement de forme qu'on peut remarquer dans l'arrière des Vaisseaux; on y évite les angles dans toute la partie submergée, & au-dessus on y trouve ceux que forment la voûte & le tableau avec les murailles.

Au moyen de tous ces points que l'on peut se procurer en suivant les opérations que nous venons de décrire, on est en état de tracer le plan horizontal (*fig.* 29.) nécessaire pour le gabarit des barres; nous ne le prenons que du quatrième couple arrière. C'est assez pour n'avoir pas à craindre de jarets dans la prolongation de ces espèces de lignes d'eau.

Ce tracé peut se faire sur le terrein ou le plancher de la salle: il peut aussi ne se faire que sur le papier, mais à grands points; & alors on y relève un devis des princi-

pales

pales parties qui doivent être néceſſairement tracées en grand, ſavoir, relativement à la perpendiculaire & à la ligne du milieu, de toutes celles que peuvent comprendre ces lignes, les eſtains, liſſe d'hourdy & fourcat. Donnons ce devis pris ſur les *fig.* 46′, 29 & 48′, que nous ſuppoſons faites ſur une plus grande échelle. PL. XXIV, X & XXIII.

II.

Devis pour le tracé des Barres.

(1). Diſtance du faux couple paſſant par la ligne droite de la liſſe d'hourdy à la perpendiculaire de l'étambot. 3 pi. 5 po.

(2). Diſtance entre les coupes verticales-longitudinales, ou les plans des liſſes verticales..... 2 pi. 6 po. 6 lig.

(3). Hauteurs des barres du deſſus de la quille :

De la ligne droite de la liſſe d'hourdy	26 p.	6 p.	6 l.
De la ligne droite de la barre du pont.....	24	4	0
De la deuxième barre, lit ſupérieur.....	23	0	0
De la troiſième, *idem*.....	21	6	9
De la quatrième, *idem*.....	20	1	6
De la cinquième, *idem*.....	18	8	3
De la ſixième, *idem*.....	17	3	0

(4). Epaiſſeur { de la barre du pont..... 1 1 0 ; des autres barres..... 1 0 0

(5). Diſtance des points de rencontre du gabariage des barres avec celui du faux couple & de l'eſtain à la ligne du milieu.

SAVOIR:

	FAUX COUPLE.			ESTAIN.		
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
De la liſſe d'hourdy à ſa rablure ou au trait Qq (*fig.* 46'.) ..	15	2	0	15	2	0
Pl. XXIV. De la première barre ou barre de pont.....	13	6	0	14	0	0
De la ſeconde barre.....	10	2	6	12	6	0
De la troiſième.....	5	5	4	10	0	8
De la quatrième.....	2	8	6	7	3	6
De la cinquième.....	1	5	0	4	9	8
De la ſixième.....	1	0	0	3	0	4

(6). Diſtance des points de rencontre des barres avec les liſſes verticales à la perpendiculaire de l'étambot.

SAVOIR:

	1re. LISSE.			2e. LISSE.			3e. LISSE.			4e. LISSE.			5e. LISSE.		
	pi.	p.	li.	pi.	p.	li.	pi.	p.	li.	pi.	p.	li.	pi.	p.	li.
De la liſſe d'hourdy à ſa rablure....	1	1	0	1	2	0	1	3	0	1	4	4	1	7	4
De la première barre ou barre du pont.	1	5	6	1	8	4	2	0	0	2	3	6	2	11	5
De la 2e. ou 1re. des barres ſans bouge.	1	11	6	2	5	0	2	9	4	3	3	4			
De la troiſième ou deuxième *idem*..	2	6	0	3	3	0	3	10	6						
De la quatrième ou troiſième *idem*..	3	3	0	4	5	6									
De la cinquième ou quatrième *idem*.	4	4	0												
De la ſixième ou cinquième *idem*...	5	6	6												

Les numéros de chaque article de ce devis vont nous ſervir pour ſon explication.

III.

Explication de ce devis.

La diſtance du faux couple à la perpendiculaire N°. 1, Pl. X & XXIII. eſt celle entre les lignes EF (*fig.* 29 & 48'.) & les per-

pendiculaires $P\mu$ (*fig.* 29.) Pp (*fig.* 48′.): on a vu comme ce faux couple a été projeté (page 98 & ſuivantes) en FC (*fig.* 46′.); il peut l'être de même à la ſalle. Pl. X & XXIII. Pl. XXIV.

Le N°. 2 indique la diſtance entre les plans des liſſes verticales, ou entre les projections LS (*fig.* 46′ & 29.); celle de la première de ces liſſes à la ligne du milieu eſt pareillement de 2 pi. 6 po. 6 lig. Pour eſpacer ainſi le plan deſdites liſſes, on a diviſé en ſix parties égales la ligne droite de la liſſe d'hourdy ou plutôt ſa moitié de 15 pi. 3 po. (Voyez les articles 8 & 9 du devis de conſtruction page 17). Ces liſſes verticales ſont projetées en LS (*fig.* 48′.); mais on n'en trace à la ſalle, que la partie compriſe entre la liſſe d'hourdy & les eſtains Ee: elle eſt néceſſaire là, pour l'équerrage des barres. Pl. XXIV & X. Pl. XXIII.

La hauteur des barres N°. 3 eſt priſe de B, B &c.... (*fig.* 46′ & 48′.) à la ligne du deſſus de la quille; c'eſt la hauteur relativement à cette ligne, des parallèles qui y ſont tirées par ces points B, B &c.; elles donnent le deſſus des barres. Pl. XXIV & XXIII.

L'épaiſſeur des barres données dans le N°. 4 met à même d'en tracer le deſſous.

En prenant ſur la ligne FE (*fig.* 29.), projection du faux couple ſur le plan horizontal donné par le N°. 1, relativement à la perpendiculaire; en prenant, dis-je, ſur cette droite, de ſon point de rencontre avec la ligne du milieu, les diſtances marquées dans le N°. 5 pour le faux couple, on aura tous les points de rencontre des barres avec ce faux couple : ce ſeront tous les points qui reviennent à ceux d'interſection de FE avec ces barres. Pl. X.

L'eſtain étant placé ſuivant la poſition qu'on a indiqué

au N°. 9 du devis de conſtruction page 17, on prendra les diſtances données auſſi dans le N°. 5 pour cet eſtain, carrément à la ligne du milieu. Cette opération donnera autant d'autres points pour les barres : (leurs points ſur la ligne qui revient à *E e*).

Enfin, le N°. 6 donne la diſtance à la perpendiculaire de l'étambot, du point d'interſection de chaque barre avec chaque liſſe ; ainſi on a, pour la première barre ou barre du pont, la diſtance à la perpendiculaire 1 pi. 5 po. 6 lig. ſur la première liſſe ; 1 pi. 8 po. 4 lig. ſur la ſeconde, &c. 2 pi. 11 po. 5 lig. ſur la cinquième, qui ont été relevées des points 1, 2, &c. 5 à la perpendiculaire μP.

En voilà aſſez pour mettre en état de faire à la ſalle
Pl. XXIV & XXIII. le tracé du gabariage des barres (*fig.* 29.) ou de la projection de ces barres (*fig.* 46′ & 48′.)

Prenant ſur le plan horizontal, ou du gabariage des barres
Pl. X. (*fig.* 29.), la diſtance du point d'interſection de chacune, avec les liſſes verticales, à la perpendiculaire, & la rapportant ſur la pareille barre projetée dans l'élévation, on aura des points par leſquels on fera paſſer les bouts de
Pl. XXIII. liſſes verticales revenant à *L S* (*fig.* 48′.).

Nous n'avons rien à ajouter ici à ce que nous avons dit plus haut ſur les points d'aboutiſſements des barres, & ſur la manière de rapporter le bouge de la barre du pont ſur le plan d'élévation.

Il pourra ſembler que tout ce que nous venons de dire ici auroit été mieux placé dans la première Partie, aux Sections des plans, du devis, du tracé ; mais une bonne raiſon nous en a empêché : c'eſt que l'intelligence en

auroit été impoſſible avant d'avoir pris quelques connoiſſances de la Charpenterie.

I V.

Du travail de la Charpenterie des Barres & Eſtains.

Conſidérons actuellement la partie du deſſin des *fig.* 46′, 29 & 48′, entre les eſtains & la perpendiculaire d'étambot, & y compris ces lignes, comme le tracé fait à la ſalle. On travaille ſur celui de la *fig.* 29, les gabarits des barres, ſuivant la méthode que l'on a enſeignée pour les couples; la poſition de l'eſtain *E e* donne l'équerrage dans un plan horizontal, de leurs extrémités; les liſſes verticales *L S* (*fig.* 48′.), donnent les équerrages dans un plan vertical-longitudinal; le faux couple *F C* (*fig.* 46′.) le donne dans un plan vertical-latitudinal. L'eſtain d'exécution *E e* (*fig.* 30.), donne encore l'équerrage dans un plan vertical, mais ſuivant l'obliquité de cet eſtain: ceci va s'expliquer. On voit que cet eſtain d'exécution a été tracé ſuivant la règle que nous avons donné page 61 & ſuivantes. Pl. XXIV, X & XXIII. Pl. X. Pl. XXIII. Pl. VII.

La *fig.* 27 qui repréſente les barres peut repréſenter également leur gabarit, n'ayant égard qu'à leur trait extérieur & aux équerrages qui y ſont marqués. La *fig.* 30 peut être auſſi conſidérée comme l'eſtain & ſon gabarit.

Ainſi, *B 5 B* (*fig.* 27.) regardé comme gabarit, ſert à chercher & à travailler la pièce, ou les pièces, comme nous l'avons enſeigné à l'égard des couples; étant de deux pièces, cette barre aura un oreiller qui ne différera de ceux dont nous avons parlé qu'en ce qu'il aura moins

d'épaiſſeur. Il ne doit avoir que 5 po. $\frac{1}{4}$ en dehors de ſes entailles, puiſqu'il n'y a que cette quantité de mailles entre les barres.

Il y a un équerrage de marqué en $a\ B\ c$; c'eſt celui de l'extrémité de la barre qui doit ſe joindre à l'eſtain : c'eſt le même angle que $a\ B\ e$ (*fig.* 30.); car, $a\ B\ A\ b$ eſt exactement la partie de l'eſtain où s'adaptera cette cinquième barre, & par conſéquent la figure de ſon extrémité ; ainſi cet équerrage $a\ B\ c$ (*fig.* 27.) ſe prend, une des branches ſur $c\ B$, coupée ſuivant le dévoiement de l'eſtain, & l'autre dans un plan perpendiculaire aux lits plans de la barre.

On trouve un autre équerrage en $A\ b\ C$; c'eſt l'angle
Pl. XXIII. en α (*fig.* 48'.), le ſupplément de celui $\beta\ \alpha\ \gamma$ formé par la première liſſe verticale & le lit ſupérieur de ladite cinquième barre : cet équerrage ſe prend, une des branches
Pl. VII. de l'équerre, ſur $b\ C$ (*fig.* 27.); l'autre dans un plan perpendiculaire aux lits de la barre.

Enfin, on a encore l'équerrage $\alpha\ \beta\ \gamma$; c'eſt l'angle $\alpha\ \gamma\ f'$
Pl. XXIV. (*fig.* 46') du faux couple avec le deſſus de la barre. On ſent qu'il doit ſe prendre une des branches de l'équerre,
Pl. VII. ſur $\beta\ \gamma$ (*fig.* 27.); l'autre toujours dans un plan perpendiculaire à la face de la barre.

Tous ces équerrages ſont en maigre, parce que l'uſage eſt de faire les gabarits pour le deſſus des barres ; mais ſi on avoit beſoin de les avoir en gras, on ſait qu'il n'y auroit qu'à en prendre le ſupplément ſur la tablette où on les auroit rapportés.

Nous avons choiſi cette cinquième barre pour exemple, parce que les équerrages s'y trouvent pour tous les ſens

où ils peuvent être pris : ainſi nous n'avons rien à ajouter ſur ce ſujet à l'égard des autres barres ſur leſquelles ils ſont rapportés d'après des procédés ſemblables.

Cependant arrêtons-nous encore un moment ſur ce qui regarde la liſſe d'hourdy : nous avons dit qu'on n'en faiſoit pas de gabarit; elle ſe travaille ſuivant ſes bouges vertical & horizontal, (on voit pag. 50 & ſuivantes, comment ſe détermine la figure de ces bouges), & ſes dimenſions à équerre carré : néanmoins elle a un équerrage dans la moitié de ſon épaiſſeur $Q'q$ (*fig.* 46′.), ſur laquelle s'applique le bordage. On peut avoir ces équerrages en L, (*fig.* 48′.), par l'angle qu'y forment les liſſes verticales avec le trait du deſſous de la barre; ils ſont portés en $xy\chi$ (*fig.* 27.), pour chaque liſſe verticale: ils ſont en gras, & doivent être pris à ces liſſes, ſur la face du deſſous de cette barre d'hourdy. Ainſi, en ſuppoſant $ABCD$, (*fig.* 49′.), une ſection de ladite barre par le plan d'une des liſſes verticales; une équerre $xD\chi$, ouverte ſuivant l'équerrage qui ſe trouveroit dans ce plan, ſa branche $D\chi$ appliquée ſur le trait de ſa face inférieure DC, donneroit une diſtance xE au trait de la demi-hauteur, qu'il faudroit rapporter de D en y : il n'y a qu'à creuſer des coches juſqu'aux points y, ainſi trouvés, à venir à rien en E; mener la courbe ponctuée Qq, (*fig.* 27.), par tous ces points donnés par ces y, & mettre à bas le bois entre le trait ponctué, les coches & le trait de demi-hauteur, qui ne peut être repréſenté qu'en Q, L, L, &c. q, (*fig.* 46′.). L'angle Q', formé par le deſſous de la barre d'hourdy & la partie $Q'E$ du faux couple, donne un équerrage avec lequel on détermine d'une manière analogue le point Q,

Pl. XXIV. Pl. XXIII. Pl. VII. Pl. XXIV. Pl. VII. Pl. XXIV.

Pl. VII. (*fig.* 27.). On ſent qu'une des branches de l'équerre pour cet équerrage, doit être placé ſelon la projection du faux couple, ou à-peu-près ſelon Qx, l'autre toujours dans un plan perpendiculaire au lit de la barre. On arrondit convenablement de Q, allant vers le trait q, q, &c. donné par le fond des coches. L'équerrage au milieu de ladite barre où
Pl. XXIII. ſe travaille l'entaille, ſe détermine ſuivant l'angle BAF, (*fig.* 48.), que donne la quête de l'étambot. Il faut relever & conſerver cet équerrage pour encore d'autres objets.

Nous avons vu que les eſtains donnoient l'équerrage des extrémités des barres; on voit que c'eſt dans le ſens vertical: d'un autre côté, les extrémités des barres donnent l'équerrage des eſtains dans le ſens horizontal; car la partie de l'eſtain, interceptée par les plans des lits ſupérieur & & inférieur d'une barre, telle que le priſme incliné
Pl. VII. $DFGHdfgh$, (*fig.* 27.) $FHhDfGgd$, (*fig.* 30.) entre les plans horizontaux des lignes droites de la barre du pont, fait une ſorte de prolongation de cette barre; ainſi FDH (*fig.* 27.) en eſt l'équerrage à l'extrémité de la ligne droite de la partie ſupérieure de la barre; il doit être pris une des branches de l'équerre ſelon FH, (*fig.* 30.) Le tracé, dans les bornes auxquelles nous l'avons reſtreint, ne donne pas cette partie $DFGHdfgh$, (*fig.* 27.), qui n'eſt ici que pour l'intelligence de la choſe; ainſi on n'a pas l'angle FDH, mais on a ſon ſupplément FDI, & pour toutes les autres barres, un angle analogue. On ſait qu'au moyen de la tablette, cet angle en maigre nous donnera celui en gras qui nous eſt ici néceſſaire. Ces équerrages ſont portés ſur le gabarit Ee, (*fig.* 30.) pour tous les traits du deſſus des barres.

D'après

D'après les fig. 30 & 27, conſidérées ſeulement comme gabarits, & les équerrages qui y ſont rapportés, on travaille les pièces de la même manière que celles de membrure : ſur le droit, d'après leur épaiſſeur dans ce ſens, où l'eſtain a, comme les barres, environ un pied : d'équerrage, d'après ceux portés ſur les pièces, & comme nous l'avons dit : ſur le tour, en donnant pareillement un pied dans ce ſens à l'eſtain ; & aux branches des barres la largeur que donne au carré, ce qu'elles en ont au courant de l'eſtain à leur contact ; *a B*, (*fig.* 30.), où ſe termine le lit ſupérieur de la barre *B 5 B*, (*fig.* 27.), donne la largeur au courant *Bc*. Il faut voir ce qu'elle en fournit au carré, c'eſt-à-dire ſelon *c d*, & ce ſera la largeur, ſur le tour, de la barre : on a ainſi les largeurs du deſſus & du deſſous : au ſurplus, cette partie du dedans, où il ſe trouve plutôt du défourni que trop de bois, ne ſe travaille que groſſièrement, ſe réſervant de garnir ou de parer, lorſqu'il ſera queſtion d'établir les marſouins & de vaigrer.

On conçoit que les traits ponctués marquent le lit inférieur des barres.

V.

De l'Aſſemblage de l'Arcaſſe.

Ces barres ſe montent ſur l'étambot, comme les couples ſur la quille ; comme elle, l'étambot eſt couché ſur des chantiers ; il eſt poſé dans le même ſens & un peu à côté, ſon pied vers l'avant du Vaiſſeau, ſon milieu près du talon La pièce bien dreſſée, ſa rablure, ſon pied travaillés, & étant ainſi placée horizontalement, la face extérieure

en dessous, ses faces latérales bien à plomb, sa face intérieure en dessus, on la garnit de son contr'étambot *c e*, (*fig.* 25.) La pièce d'étambot qui, suivant le devis, a 10 pouces de sa partie extérieure au trait de la rablure, doit fournir par conséquent 14 po. $\frac{1}{2}$; s'il y a quelque chose de plus, le contr'étambot pourra l'avoir de moins, de manière que ces deux pièces fassent ensemble, suivant le devis du charpentier, 22 po. à la tête, 26 po. au pied: c'est dans ce contr'étambot que se travaillent les entailles des barres.

Pour cela on se règle sur le pied *E* de l'étambot *E T*. qui a dû être travaillé suivant l'équerrage donné par la quête, lequel nous avons recommandé de relever & conserver. On voit par le *tracé des barres*, d'après son devis, que le dessous de celle inférieure ou du fourcat, est à une hauteur de 16 pi. 3 po. du dessus de la quille; il faut prendre 16 pi. 4 po. sur l'étambot, à partir de son pied bien carrément, c'est-à-dire perpendiculairement à *E t*; & par le point que cela donnera, faire passer une parallèle à *E t*; ce qui se fait facilement au moyen de l'équerrage; on se
Pl. XXIII. rappelle que c'est l'angle *B A F*, (*fig.* 48'.), qui le détermine; l'équerre ouverte suivant cet angle, une de ses
Pl. VII. branches le long de *T t*, (*fig.* 25.), l'autre d'abord en *E*, elle a donné le pied; ensuite sur le point que procure la hauteur de 16 pi. 4 po., elle donne le dessous *f F* de l'entaille de fourcat; & toujours ainsi, une des branches de l'équerre le long du dehors de l'étambot, la remontant d'un pied, & puis de 5 po. 3 li., & puis encore d'un pied, &c. on aura les traits parallèles qui indiquent les entailles des barres.

Nous avons pris une quantité de 16 pi. 4 po. du pied

de l'étambot, quoique la hauteur de la barre ne ſoit que de 16 pi. 3 po. du deſſus de la quille, parce qu'il y a dans la quille en *E* une entaille d'un pouce pour recevoir le pied de l'étambot : c'eſt au milieu de cette entaille qu'eſt pratiquée la mortaiſe où doit entrer le tenon, travaillé à ce pied de l'étambot.

Pour qu'on ne ſoit pas ſurpris de voir la quille dépaſſer, dans la figure, l'étambot vers l'arrière, je dirai ici, en paſſant, qu'il doit être appliqué là, ſur la fin de la conſtruction, un contr'étambot extérieur de 4, 6 ou 8 po. Nous en parlerons plus au long en temps & lieu.

Les entailles diſtribuées ſuivant la hauteur des barres, il en faut marquer la profondeur ; elle doit ſe combiner avec celle des entailles des barres ; on fait ordinairement ces entailles, comme l'on dit, moitié par moitié ; c'eſt-à-dire, qu'on partage la diſtance du trait de la rablure, au trait du dedans du contr'étambot, en deux parties égales ; que l'on prend une de ces parties pour l'entaille du contr'étambot ; l'autre règle la profondeur de l'entaille de la barre *prRP*, (*fig.* 17.). Quelquefois, pour ménager le bois dans la barre qui auroit peu d'épaiſſeur, on donne moins de profondeur à ſon entaille ; mais alors il faut que celle de l'entaille du contr'étambot ſoit d'autant plus grande ; enfin, il faut que les profondeurs des entailles de la barre & du contr-étambot faſſent enſemble une quantité égale à la diſtance du trait de la rablure au trait intérieur de ce contr'étambot.

Ceci, bien entendu, eſt dit ſeulement pour les barres qui n'ont point ou que peu d'acculement : celles acculées ſont à tenon ; le contr'étambot fournit une partie de leur

talon, & eſt travaillé là, ſelon le gabarit : enfin, cet aſſemblage des barres ſur l'étambot, ſe fait, comme celui des varangues, ſur la quille; il faut la même attention pour que le contr'étambot ne ſoit pas coupé entièrement par l'entaille : les barres qui s'entaillent ſont à margouillet, (voyez premier Tome, pag. 22.) Le contr'étambot peut fournir d'autant plus de bois pour les talons des autres, qu'elles avoiſinent davantage le fourcat, & ſelon leur acculement plus ou moins conſidérable : celles-ci ſe font d'aſſemblage & à oreiller. (Voyez Tom. I, pag. 123.).

La ſeule différence dans l'établiſſement de ces barres, c'eſt qu'il ne ſe fait pas carrément avec l'étambot, comme
Pl. XXIII. celui des couples avec la quille. On voit dans la figure 48' qu'elles font un angle droit avec la perpendiculaire de l'étambot; par conſéquent elles ont avec l'étambot l'obliquité que donne la quête : ainſi, pour les perpigner, il faut employer une autre méthode; on peut ſe ſervir d'un moyen fort ſimple, vu le peu d'élévation de ces barres ſur l'étambot : après les y avoir placées, comme on le voit aſſez, chacune dans leurs entailles, on mène ſur l'étambot par le talon du fourcat, une ligne perpendiculaire en même temps au trait *E t* de ſon pied, (*fig.* 25.), & à ceux qui ont déterminé les entailles : on voit que cette perpendiculaire eſt parallèle à la perpendiculaire de l'étambot : plaçant l'une des branches de la grande équerre carrée, de manière qu'elle ſoit confondue avec cette ligne, ſon angle droit au pied du fourcat, l'autre branche ſera une des indications de la poſition du plan dans lequel il faut contenir ce fourcat : d'ailleurs, le balançant bien au moyen du fil à plomb; la ligne droite de la liſſe d'hourdy étant parfaitement hori-

zontale, & ſes extrémités à des diſtances exactement égales à un certain même point pris ſur le trait du milieu du contr'étambot, le gabarit de l'eſtain ou l'eſtain même donnera la poſition des branches du fourcat & de celles de toutes les autres barres, par les tracés tels que celui *HFfG*, (*fig.* 30.) pour celle du pont, qui doivent y avoir été rapportés. Ne perdons pas de vue que le plan du fourcat doit demeurer dans la branche verticale de la grande équerre : on vérifie ainſi les angles dont on a beſoin, dans le ſens ſelon lequel les pièces s'étendent davantage ; c'eſt vers le fourcat, dans le ſens vertical, que le ſyſtème de l'arcaſſe ainſi couchée, a le plus de ſaillie relativement à l'étambot ; c'eſt à la liſſe d'hourdy, dans le ſens horizontal, ce qui conduit à ces deux ſortes de vérifications.

Le balancement de cette partie ſe fait par des moyens analogues à ceux que l'on emploie pour le balancement des couples en place dont nous parlerons ci-après. Un compas ou un niveau pour la liſſe d'hourdy, la barre du pont, &c. ; des règles d'ouverture ou l'équivalent pour les barres acculées, donnent des points de ſuſpenſion pour le fil à plomb : donc le plomb doit tomber ſur le trait du milieu du contr'étambot. On verra auſſi ci-après quelque uſage du niveau dont on ſe ſert plus volontiers que du compas, pour le balancement des barres.

On accore les barres comme les couples ; on leur donne le mouvement néceſſaire, ſoit pour les mettre en place, ſoit pour les balancer ou les perpigner, comme aux couples : on a ſeulement beſoin de moins d'appareil, parce que ces pièces ſont plus faciles à manier : les bigues, par exemple, ſont de ſimples matéreaux.

Les eſtains ſe rapportent ſur les barres, comme nous venons de le dire, avec beaucoup de facilité, puiſque les extrémités de ces barres y ſont marquées; il n'y a que leur tête, qui toucheroit la liſſe d'hourdy ſeulement dans un point, à l'extrémité de ſa ligne droite, ſi elle étoit travaillée juſque-là à équerre carrée. On voit que, faiſant
Pl. X. l'angle *E*, (*fig.* 29.), avec cette barre, ils la quittent ſans le plus petit moyen d'adhérence; on voit la même choſe
Pl. XXIII. en *E*, (*fig.* 48'.); cet effet eſt encore plus ſenſible en
Pl. VII. *hHoO*, (*fig.* 27.), projection de la tête d'un de ces eſtains. Pour faciliter cette adhérence, on laiſſe tout le bois que la pièce peut fournir à ſon extrémité, pour y travailler l'eſpèce de couſſin *mon*, & s'il n'y en a pas aſſez, on y ajoute une garniture.

On laiſſe encore du bois à la liſſe d'hourdy vers ſon milieu en *R' r'*; mais l'objet unique de cet excédant d'épaiſſeur, eſt de rendre à la barre, en cet endroit, la force que peut lui faire perdre ſon entaille.

VI.

Du travail particulier de la Barre d'Arcaſſe & des contre-Cornières.

Nous n'avons parlé juſqu'ici que de la barre d'hourdy & de celles en deſſous, parce que ce ſont ces barres qui méritent la plus grande attention, dont nous n'avons pas voulu diſtraire; il y a cependant encore, dans cette partie, une autre barre entaillée auſſi ſur l'étambot, que l'on appelle *barre d'arcaſſe*; elle aboutit aux cornières ou al-

longes de cornières, qui ſont les allonges des eſtains : expliquons ce qui concerne cette barre & leſdites cornières.

La liſſe d'hourdy, dans les vaiſſeaux de ligne, forme les feuillets des canons de retraite de la première batterie ; la barre d'arcaſſe en forme la partie ſupérieure ou les ſommiers ; par conſéquent, puiſque celui ſur lequel nous nous exerçons a une hauteur de ſabord de 2 pi. 9 po., il faut qu'il y ait cette diſtance entre ces deux barres ; il eſt même néceſſaire qu'il y ait quelque choſe de plus à leurs extrémités, pour trouver exactement la place du ſabord dans l'endroit où il eſt percé, parce que la barre d'arcaſſe n'ayant pas de bouge vertical, elle ſe rapproche de la liſſe d'hourdy au milieu : ainſi, pour ſatisfaire à cette préciſion, on peut obſerver une diſtance de 3 pi. 1 à 2 po. de ligne droite à la ligne droite (l'épaiſſeur de la barre en deſſus) ; elle peut s'entailler ſur l'étambot de 4 po., 2 po. pris ſur le contre-étambot, & 2 po. ſur la barre : en fixant ſa largeur ſur le tour, par exemple à 15 po., ſon bouge horizontal eſt déterminé, puiſque les extrémités de ſa face intérieure doivent s'appliquer ſur les contre-cornières dont la face arrière eſt dans le plan vertical de la ligne droite de la barre d'hourdy ; cette ligne droite dans notre vaiſſeau eſt à 3 pi. 5 po. (voyez *Devis de Conſtruction*) en même temps de la perpendiculaire de l'étambot & de ſa face de l'arrière. Cet étambot a à ſa tête, où s'aſſemble la barre d'arcaſſe, 22 po. (voyez *Devis de Charpentage*), dont il faut ſouſtraire 4 po. pour l'entaille, moitié par moitié : reſte 18 po. ; & avec les 15 po. de largeur de barre, 33 po. ou 2 pi. 9 po. : en les ſouſtrayant de 3 pi. 5 po., on auroit 8 po. de bouge horizontal ; mais il faut avoir égard à l'effet de la quête.

La barre d'arcaſſe à 3 pi. 2 po. au-deſſus de la barre d'hourdy, ſa partie ſupérieure à 4 pi., préſente une diſtance plus grande à l'étambot, que donne cette proportion (voyez toujours le *Devis*, pag. 17.) 26 pi. 6 po. 6 li. : 2 pi. :: 4 pi. : $\frac{8 \text{ pi.}}{26 \text{ pi. } 6 \text{ po. } 6 \text{ li.}}$ = 3 po. 7 li. $\frac{1}{2}$. Ainſi le bouge horizontal ſera de 8 po. + 3 po. 7 li. $\frac{1}{2}$ = 11 po. 7 li. $\frac{1}{2}$: c'eſt d'après ce bouge & cette largeur qu'elle eſt tracée à vue
PL. IX. d'oiſeau, (*fig.* 31.), où l'on voit les ſections des cornières & de l'étambot à cette hauteur.

Cette barre a 10 po. d'épaiſſeur; mais on eſt obligé d'y pratiquer une entaille de 2 po. $\frac{1}{2}$ de profondeur *abcd*,
PL. VIII. (*fig.* 26.), pour trouver la place & le mouvement du timon: en effet, ſuivant le plan, la hauteur d'entre-pont de l'arrière, du deſſus des baux du premier pont au-deſſus de ceux du ſecond, à bord, eſt de 7 pi.; ſur leſquelles il faut prendre 2 pi. 5 po. de hauteur de feuillet, 3 pi. 1 po. de hauteur de ſabord, 10 po. pour la barre d'arcaſſe : cela fait 6 pi. 4 po.; il y a de plus la hauteur du bau : les baux du ſecond pont au milieu de la longueur du Vaiſſeau, ont 12 po. d'épaiſſeur; & en diminuant vers ſes extrémités à proportion de leur longueur, celui en cet endroit doit avoir 8 po. : voilà les 7 pi. Ainſi, ſans l'entaille de la barre d'arcaſſe, il ne reſteroit de paſſage pour le timon que la diſtance que procure au milieu le bouge du bau; il n'eſt dans cet endroit que d'environ 7 po : c'eſt pourquoi on eſt obligé de faire cette entaille de 2 po. $\frac{1}{2}$.

C'eſt de l'amplitude du mouvement de la barre que dépendent la forme & la longueur de cette entaille, comme
PL. IX. on le voit fig. 31. Nos barres de gouvernail ſont trop longues

longues pour qu'on puiſſe les mettre autant à bord, ou leur faire faire un angle auſſi ouvert avec la ligne du milieu; c'eſt pourquoi communément on ne donne pas autant de longueur à cette entaille, & on ne compte guère que ſur un mouvement de 70 degrés d'un bord à l'autre : cependant la théorie ſembleroit exiger qu'il fût beaucoup plus grand.

Pour que l'entaille affoibliſſe la barre le moins qu'il eſt poſſible, on lui laiſſe en deſſous l'excédant de bois AB, (*fig.* 26.), que l'on ne peut prolonger plus loin que l'endroit où ſont ouverts les ſabords. Pl. VIII.

Les allonges de cornières CE, (*fig.* 26 & 28.) ſe travaillent ſur leurs gabarits, & d'après leurs équerrages, comme les autres allonges, étant dans un plan parallèle à ceux des couples; elles s'ajuſtent en E, bout à bout aux eſtains; elles ont à leur tête une planche d'ouverture RO, qui ſert à les mettre à leur largeur, à les balancer, à les perpigner; elles portent ſur des chevalets; on garnit entre elles & eux plus ou moins, ſuivant le beſoin que font naître ces opérations. Pl. VIII & IX.

Il faut ſe ſouvenir que cet aſſemblage eſt encore couché ſur le terrein : on tend une ligne Ll d'un point L pris ſur le trait du milieu du contr'étambot, près ſon pied, paſſant verticalement au-deſſus de ce trait, de ceux du milieu des barres, de celui du milieu de la planche d'ouverture; & pour s'en aſſurer, (cette ligne ou ce cordeau bien tendu & en liberté), on le fait arraſer par des fils à plomb P, *p* : la pointe des plombs doit toucher ces traits : ſi celui de la planche d'ouverture ne le touche pas, on travaille aux allonges comme il convient pour corriger ce défaut.

Pour voir si le gabariage de ces allonges est bien dans le plan qui lui est propre, il n'y a seulement qu'à vérifier s'il se trouve dans un plan horizontal, lorsque l'étambot a été établi sur les chantiers, selon une inclinaison égale à sa quête; ce soin facilite beaucoup, non seulement cette opération, mais même toutes celles de la mise en place des barres : il n'est question que de donner aux chantiers une inclinaison de 2 pi. sur 26 pi. 6 po. 6 li., d'après le n°. 7 du Devis du Constructeur, seconde section de la première Partie. On sait que ce gabariage est le trait des faces de l'arrière des allonges sur lesquelles est appliquée la planche d'ouverture. Dans ce cas, avec quelques corps de niveau dans le sens de la largeur entre les allonges, & dans celui de leur longueur, on parviendroit à l'exactitude nécessaire pour cet objet. On conçoit qu'alors les fils à plomb serviroient encore beaucoup pour l'établissement des barres.

Mais si l'on a négligé de donner cette inclinaison, il est nécessaire de faire deux opérations; il faut reconnoître d'abord si la planche d'ouverture est dans une ligne horizontale, ce qui se fait au moyen du niveau : supposant
Pl. IX. *RO*, (*fig.* 31.), cette planche d'ouverture, on pose dessus le niveau N; son fil à plomb doit passer par la ligne du milieu *m* de sa traverse *Tt*; & si ses branches sont également éloignées du trait *M* du milieu de la planche, il doit en même temps pouvoir toucher ce trait; il faut garnir ou dégarnir sur les chevalets à la demande de ce niveau, jusqu'à ce que le fil à plomb tombe bien précisément sur les traits. Quelquefois, dans l'opération du niveau, on trouve plus commode de le poser en dessous

de l'objet que l'on veut niveler, comme on le voit dans la fig. 56', où le fil à plomb eſt attaché ſur la ligne du milieu de la traverſe : de cette manière, pour que la pièce que les deux branches touchent ſoit de niveau, il faut que le fil paſſe juſte par l'angle. Pl. XXIII.

L'autre opération pour déterminer le plan des allonges, c'eſt de mener ſur l'étambot une perpendiculaire $\varphi\omega$, (*fig.* 28), aux traits qui y ont été tirés pour l'entaille des barres, (elle eſt perpendiculaire auſſi aux plans des barres, & parallèle à la perpendiculaire imaginaire de l'étambot); de faire paſſer ſur ce trait $\varphi\omega$ une ligne $\varphi\lambda$ qui s'y confonde : ce trait & la prolongation de la ligne doivent être parallèles au plan du gabariage des cornières; ainſi il ne s'agit que de vérifier s'il y a même diſtance de λ en R que de ω en b, ou de la ligne $\lambda\omega$ à la face de la planche qui porte ſur les allonges, que de cette même ligne à la ligne droite du can de l'avant de la barre d'arcaſſe projetée en b. Pl. IX.

Ces deux conditions remplies, les allonges de cornières ont la poſition qui leur convient, & il faut les lier avec les eſtains; ce qui ſe fait au moyen des gardes ou contre-cornières Gg, (*fig.* 26 & 28.) Ces contre-cornières ſont en quelque façon les genoux de cette partie de la membrure; elles doublent l'écart des allonges & eſtains, leur moitié ſur l'allonge, l'autre ſur l'eſtain : celle-ci participe à ſon dévoyement; elles ſe travaillent ſur les gabarits, les équerrages & les largeurs ſur le tour de ces pièces : ſur le droit, elles ont même épaiſſeur au milieu, allant en diminuant, de manière à n'avoir que les deux tiers de cette épaiſſeur à leurs extrémités. Pl. VIII & IX.

VII.

Du Chevillage particulier du ſyſtème de l'Arcaſſe.

On ſent bien que toutes les pièces qui compoſent l'arcaſſe, ſe chevillent à meſure qu'elles ſont bien en place; ce chevillage ſe fait pour quelques-unes, à demeure: pour la plupart des autres, ſeulement pour le moment.

On commence par fixer le contre-étambot ſur l'étambot avec des gournables, diſpoſées de cinq pieds en cinq pieds environ.

Les barres d'arcaſſe & d'hourdy ſont chevillées à demeure, chacune par deux chevilles frappées à revers l'une de l'autre; perçant l'étambot, le contre-étambot & la barre, rivées ſur viroles: ces chevilles ont 15 lignes de diamètre au gros bout, & 12 au petit.

La barre du pont & celles en deſſous ne ſont chevillées que pour le moment, & d'une ſeule cheville chacune, qui, la traverſant, traverſe auſſi le contre-étambot & l'étambot: bien entendu que dans le fourcat & les barres d'aſſemblage, c'eſt dans l'oreiller que paſſe la cheville. Nous dirons ici une fois pour toutes que les chevilles ainſi frappées au préalable, doivent être repouſſées lorſqu'on mettra en place les pièces de liaiſon par leſquelles devront paſſer les chevilles à demeure.

Les eſtains ſont arrêtés d'abord ſur les barres par une gournable qui les traverſe, ainſi que l'extrémité de chacune.

Les contre-cornières ſont chevillées à demeure avec les eſtains & allonges de cornières, chacune par ſix chevilles frappées ſur la garde, & traverſant: la première,

la cornière, & la barre d'arcaſſe, la ſeconde, entre la barre d'arcaſſe & la liſſe d'hourdy, la cornière ſeulement; la troiſième, le pied de l'allonge & la liſſe d'hourdy; la quatrième, la tête de l'eſtain, & pareillement la liſſe d'hourdy; la cinquième, l'eſtain & la barre du pont; la ſixième, l'eſtain & la barre en deſſous de celle du pont. Ces chevilles ont pareillement 15 lignes.

La planche d'ouverture eſt clouée avec la même précaution que celles des couples.

VIII.

De quelque uſage particulier de gabarier les Barres.

Beaucoup de Conſtructeurs emploient, pour ſe procurer le gabarit des barres, au lieu de ce que nous avons appelés liſſes verticales, de faux eſtains, ſurtout lorſqu'ils font gabarier ces barres ſur liſſes. Ces faux eſtains ſont des ſections de cette partie, dont on voit les projections (*fig.* 29.): ce ſont les trois lignes ponctuées, parallèles à l'eſtain *Ee*. Nous avons dit des raiſons qui doivent faire préférer la méthode que nous avons développée: au ſurplus, ſi l'on vouloit employer celle des faux eſtains, ce que nous avons expliqué, bien conçu, on n'y trouveroit aucune difficulté. Pl. X.

Dans l'uſage de gabarier les barres ſur liſſes, le Conſtructeur laiſſe beaucoup trop de choſes à faire au Charpentier; il ne lui donne que les gabarits du fourcat d'ouverture, des eſtains & des liſſes de tour; la liſſe d'hourdy & le fourcat en place, on poſe deſſus ceux des eſtains; on préſente & arrête comme il faut les liſſes de tour,

au moyen des points de leurs interſections avec cette barre d'hourdy, l'étambot, le fourcat & le gabarit de l'eſtain : on ſait que ces points ſont rapportés ſur tous les gabarits & les pièces. Avec des lattes très-flexibles, on figure les faux eſtains ſur le dedans des gabarits des liſſes, dans des plans bien parallèles à ceux des eſtains. Le tracé de l'entaille des barres ſur le contre-étambot, celui de leurs extrémités ſur l'eſtain, & puis les faux eſtains, mettent à même de faire le gabarit de ces barres, & d'avoir leurs équerrages, en ſuivant les procédés qu'on emploie pour les couples de rempliſſage que nous allons expliquer dans le chapitre ſuivant du boiſage. Nous ne nous étendrons pas davantage ſur une méthode où nous trouvons trop de tâtonnements à faire ſur le chantier, qui ne peut manquer de faire perdre beaucoup de temps, & qui expoſeroit à gâter bien du bois d'une eſpèce précieuſe, ſi on avoit des Charpentiers moins habiles que ceux que les Ingénieurs mettent à la tête de la beſogne.

IX.

D'une conſtruction particulière d'Arcaſſe.

Nous ne devons pas terminer ce chapitre ſans parler d'une conſtruction particulière d'arcaſſe dont nous avons fait uſage dans notre frégate *l'Embuſcade ;* la différence principale conſiſte en ce que le bouge de la barre d'hourdy eſt en ſens contraire de celui des barres ordinaires, & eſt plus conſidérable.

L'avantage de cette conſtruction eſt d'exhauſſer ce

que l'on appelle les feſſes du bâtiment. Dans toutes nos frégates, la barre d'hourdy eſt au-deſſous du pont de la principale batterie, & d'une quantité à permettre le paſſage de la barre du gouvernail entr'elle & le bau : ſans cela il faudroit qu'elle fût établie dans la grande chambre ou ſur le gaillard, pour gouverner à barre franche, ce qui préſente des inconvénients majeurs. Dans les vaiſſeaux elle eſt au-deſſus de ce pont : il faut donc, ſi l'on veut, dans les bâtiments de bas-bord, conſerver la même hauteur de façon, donner plus de plat dans la partie formée par la première allonge; ce qui d'abord cauſe une grande difficulté pour les mettre en différence ſur la fin du chargement, quand on n'y a pas ſongé à l'avance; mais un mal moins ſenſible & cependant aiſé à concevoir, c'eſt d'empêcher le navire de s'élever convenablement ſur la lame. La hauteur du trait de la barre d'hourdy ſur l'étambot, dans la conſtruction dont il eſt ici queſtion, eſt la même que dans les bâtiments ordinaires; mais les extrémités s'élevant, & beaucoup, au lieu de s'abaiſſer par le bouge, ſon arrière peut ſe façonner comme dans les vaiſſeaux.

Ce trait, d'ailleurs, a de l'élégance; nous pouvons le dire, parce que nous ne prétendons pas nous en approprier l'invention; elle appartient peut-être aux Anglois, et nous l'avons imité des deſſins de *Chapman*.

Nous avons fait des calculs ſur cette Frégate qui font partie de ce traité, ainſi que les plans; mais comme la gravure ne donne pas une exactitude rigoureuſe, nous croyons devoir en placer ici le devis.

Devis d'une Frégate de 26 canons de 12.

Conſtruction des Maîtres-Couples.

Nos.	Hauteur à partir du fond de la rablure (*a*) de la quille. pi. po. li.	Demi-largeur du maître-avant à chaque ordonnée. pi. po. li.		Demi-largeur du maître-arrière pi. po. li.
o fond..	0 0 0 de la.	0 3 6	Rablure.....	0 3 6
1.....	1 0 0	2 2 9	.....	2 1 0
2.....	1 8 3 1ere. liſſe.....	3 9 4		
	1 9 0 *idem*.....	.....	.....	3 8 6
3.....	2 0 0	4 8 6	.....	4 7 0
4.....	2 5 6 2e liſſe.....	6 1 0	.....	6 1 0
5.....	3 0 0	8 0 6	.....	8 0 3
6.....	3 6 8 3e. liſſe.....	9 10 0		
	3 7 8½ *idem*.....	.....	.....	9 9 0
7.....	4 0 0	10 11 9	.....	10 10 0
8.....	5 0 0	12 8 8	.....	12 7 0
9.....	5 8 6 4e. liſſe.....	13 7 4		
	5 9 0½ *idem*.....	.....	.....	13 6 0
10.....	7 0 0	14 10 0	.....	14 9 0
11.....	8 10 10 5e. liſſe.....	15 11 6		
	8 11 1½ *idem*.....	.....	.....	15 11 0
12.....	11 6 0	16 11 0	.....	16 10 6
13.....	13 9 0 6e. liſſe.....	17 3 0	.....	17 3 0
14.....	15 6 0	17 3 6	.....	17 3 6
15.....	16 10 0 7e. liſſe.....	17 3 0	.....	17 3 0
16.....	18 3 0	17 0 0	.....	17 0 0
17.....	19 6 3 8e. liſſe.....	16 6 8	Arrière.....	16 6 8
18.....	19 11 0 8e. liſſe.....	16 4 9	Avant.....	16 4 9
19.....	21 0 0	15 10 0	.....	15 10 0
20.....	22 3 0 9e. liſſe.....	15 2 0	Avant.....	15 2 0
21.....	22 7 0 9e. liſſe.....	15 0 0	Arrière.....	15 0 0
22.....	23 10 0	14 6 3	.....	14 6 3

(*a*) Le trait de la rablure de la quille, de l'étrave, de l'étambot & de la liſſe d'hourdy, n'eſt ni le trait ſupérieur ni le trait inférieur de rablure, mais le trait de ſa profondeur : au ſurplus, la rablure de la liſſe d'hourdy n'eſt point creuſée ; ſon trait marque ſeulement l'aboutiſſement des bordages de carène, & la forme particulière de la voûte.

Détermination

Détermination de pluſieurs autres points, néceſſaire pour le Tracé.

LISSE DE RABATTUE.

ARRIÈRE.			AVANT.		
Hauteur ſur le premier couple confondu avec le maître, à partir du fond de la rablure de la quille....	pi. 26	po. l. 3 0	Hauteur ſur le quatrième couple, à partir du fond de la rablure de la quille....	pi. 26	po. l. 0 0
Diſtance de ce point à l'axe ou ligne du milieu.....	13	11 6	Diſtance de ce point à la ligne du milieu.....	13	7 6

Nota. La détermination d'une des extrémités de ces liſſes de rabattue, & des neuf premières liſſes ſur le maître, avec la longueur de la projection de ces liſſes ſur le vertical, portée dans la table ſuivante de ces liſſes, donnent le point d'interſection de chacune de ces liſſes avec la ligne du milieu, prenant le point déterminé pour centre, la longueur de la liſſe comme rayon, & traçant un arc ſur ladite ligne du milieu.

Coltis.

	pi.	po.
Hauteur de ſon pied au-deſſus du fond de la rablure de la quille.....	3	4
Diſtance *idem* à la ligne du milieu.....	0	3

Etambot.

Diſtance de la rencontre de ſa rablure avec celle de la quille, à la perpendiculaire.....	3	0
Hauteur priſe carrément, de l'interſection de cette rablure de l'étambot avec ſa perpendiculaire, à partir de la rablure de la quille...	16	3

Rablure de l'Etrave.

	Hauteur à partir de la rablure de la quille.			Distance à sa perpendiculaire prise vers l'arrière.			Distance à sa perpendiculaire prise vers l'avant.		
	pi.	po.	lig.	pi.	po.	lig.	pi.	po.	lig.
Elancement.	0	0	0 ...	15	1	6 ...	0	0	0
	2	0	0 ...	7	3	0 ...	0	0	0
	4	0	0 ...	4	11	0 ...	0	0	0
	8	0	0 ...	2	2	0 ...	0	0	0
	15	10	0 ...	0	0	0 ...	0	0	0
	24	1	6 ...	0	0	0 ...	0	10	6

Distributions des Couples.

	pi.	po.	lig.	pi.	po.	lig.
De la perpendiculaire de l'étambot au faux couple	6	6	3	9	8	3
Du faux couple au septième arrière.	3	2	0			
Distances égales entre les sept couples de l'arrière, entre les maîtres & un de l'arrière & de l'avant, entre les deux maîtres, entre les six couples de l'avant.				8	1	6
	pi.	po.	lig.			
Du 6e. avant au 7e., ou au coltis	5	9	6	11	3	0
Du coltis à la perpendiculaire de l'étrave	5	5	6			

DÉTERMINATION de l'intersection du gabariage des Couples avec les Lisses, suivant l'obliquité de ces Lisses.

PARTIE DE L'ARRIÈRE.

Du point d'intersection de la lisse avec la ligne du milieu, à la rablure de la lisse d'hourdy	1ere. LISSE.	2e. LISSE.	3e. LISSE.	4e. LISSE.	5e. LISSE.	6e. LISSE.	7e. LISSE.	8e. LISSE.	9e. LISSE.	10e. LISSE.
	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.
A la jambette de voute	.....	.....	.....	.....	5 6 0	11 1 6				
A l'alonge de tableau	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13 6 9	.....		
A la projection de l'estain	.....	.....	3 2 0	5 1 4	8 6 6	11 9 6	.....	13 7 9	13 2 0	11 9 6
Au deuxième faux-couple	0 5 0	0 10 6	2 4 0	4 5 6	8 9 0	12 6 6	14 11 0	14 11 0	14 6 6	13 5 0
A l'alonge de cornière	.....	.....	.....	.....	.....	.....	14 4 0	14 6 9	14 4 0	13 2 0
Au faux couple	1 0 0	2 0 0	4 3 10	6 8 2	10 7 3	13 10 6	15 6 6	15 5 3	15 1 6	13 10 6
Au septième couple	1 6 0	2 11 9	5 9 4	8 1 3	11 9 0	14 7 6	16 1 4	15 10 3	15 6 6	14 3 6
Au sixième	2 5 3	4 8 9	8 3 6	10 9 3	13 11 3	16 2 0	17 0 10	16 9 3	16 5 6	15 2 0
Au cinquième	3 2 1	5 11 4	10 0 6	12 9 0	15 7 6	17 2 9	18 1 11	17 6 0	17 2 6	15 11 0
Au quatrième	3 9 6	6 10 6	11 3 9	14 2 7	16 11 0	18 0 0	18 9 2	18 0 2	17 9 0	16 6 9
Au troisième	4 2 6	7 6 10	12 4 0	15 4 4	17 10 6	18 7 0	19 1 9	18 5 0	18 0 4	17 0 5
Au deuxième	4 7 0	8 1 3	13 1 0	16 2 3	18 6 0	18 10 10	19 5 3	18 8 3	18 2 3	17 4 0
Au premier	4 10 0	8 5 3	13 7 6	16 8 10	18 11 2	19 1 6	19 8 0	18 10 2	18 2 5	17 6 0
Au maître (a)	4 11 9	8 8 6	13 11 0	17 0 0	19 0 6	19 2 8	19 8 8	18 10 3	18 2 6	17 6 0

PARTIE DE L'AVANT.

Au septième couple avant	0 7 9	1 11 6	4 1 6	5 8 2	6 9 3	8 5 2	9 8 6	9 9 6	10 0 9	11 1 3
Au sixième	1 11 6	3 10 10	6 9 10	8 10 3	10 3 6	12 6 0	13 9 0	13 7 6	13 2 6	12 8 2
Au cinquième	3 1 0	5 7 4	9 0 4	11 5 3	13 3 3	15 3 2	16 1 6	15 8 11	14 11 2	13 11 0
Au quatrième	3 9 3	6 7 0	10 5 9	13 2 3	14 11 8	16 5 11	17 0 3	16 2 3	15 5 4	14 3 10
Au troisième	4 3 0	7 3 6	11 6 0	14 5 7	16 0 7	17 0 3	17 5 3	16 6 6	15 7 0	14 4 6
Au deuxième	4 6 2	7 8 11	12 1 4	15 3 9	16 9 0	17 4 4	17 7 6	16 7 8	15 8 3	14 4 6
Au premier	4 8 9	8 0 4	12 7 3	15 10 6	17 2 9	17 6 9	17 8 10	16 7 9	15 8 4	14 4 6
Au maître-avant	4 9 9	8 2 2	12 11 0	16 2 0	17 4 3	17 7 3	17 8 11	16 7 10	15 8 6	14 4 6

(a) Ces distances du point d'intersection de la lisse avec la ligne du milieu, au maître, est la longueur totale de la projection de la lisse sur le vertical, & sert à trouver ledit point d'intersection, ayant une des extrémités de la lisse donnée sur le maître. Voyez à ce sujet la note à la suite de l'article des *lisses de rabattue*.

Eſtain.

		pi.	po	lig.
PLAN VERTICAL-LATITUDINAL.	Hauteur du pied de l'eſtain, de la rablure de la quille.....	10	2	0
	Diſtance du pied de l'eſtain projeté ſur le vertical-latitudinal à la ligne du milieu.....	1	9	6
	Hauteur de la tête de l'eſtain, *idem*.....	17	4	0
	Diſtance *idem* à la ligne du milieu.....	10	11	6
	Nota. Ce point eſt la naiſſance des cornières.			
PLAN HORIZONTAL.	Diſtance de la tête de l'eſtain à un plan parallèle à ceux des couples, paſſant par la perpendiculaire de l'étambot..	1	1	0
	Diſtance de la ligne du milieu, comme ſur le vertical.....	10	11	6
	Diſtance du point de rencontre de cette projection d'eſtain, prolongée, avec la ligne du milieu, au même plan de la perpendiculaire.....	5	6	0

Liſſe d'Hourdy.

	Hauteur du point de rencontre de ſa rablure avec la rablure de l'étambot, à partir de la rablure de la quille, carrément.....	16	3	0

	pi.	po.	lig.
Hauteur de l'extrémité de cette rablure ſur celle de la quille.....	17	4	0
L'extrémité de la rablure ſe trouve dans la perpendiculaire ; diſtance de cette extrémité à la ligne du milieu.....	9	11	6

Nota. Ce point extrême eſt la naiſſance des jambettes tribord & babord, qui ſe raccordent avec la rablure de la liſſe d'hourdy.

Jambettes tribord & babord.

Diſtance de l'autre extrémité des jambettes à la perpendiculaire de l'étambot.....	3	11	0
Hauteur à partir de la rablure de la quille...	21	4	9
Rayon.....	10	6	0

Nota. Cette extrémité de la jambette eſt la naiſſance de l'alonge du tableau, qui a de chute 2 pi. 8 po. ſur 8 pi. au courant de l'alonge.

Tirant d'eau...	Arrière.....	15	4	0
	Avant.....	14	0	0

Ce devis donne les points *c*, 5, *β*, 7, 8, 9, 10, (*fig.* 104.) ; ſavoir, le point *c* à 16 pi. 3 po. du deſſus de la quille dans l'article de la *liſſe d'hourdy* ; ceux 5, *β*, 7, 8, 9, 10, dans celui de la *détermination de l'interſection du gabariage*, &c. par leſquels points vous pouvez faire paſſer une courbe bien ſuivie qui ſera la projection du trait d'aboutiſſement de la ſurface intérieure des bordages à la liſſe d'hourdy, aux jambettes latérales de voûte, aux alonges de tableau. Pl. XXXIX.

Le point *β* eſt celui d'une des extrémités du tracé des

jambettes latérales de voûte, & en même temps du tracé de la liſſe d'hourdy : il eſt noté *dans la perpendiculaire de l'étambot ;* ainſi il eſt déterminé de poſition dans la figure 106 en β.

L'autre extrémité des jambettes eſt déterminé dans l'article *jambettes*, ainſi que le rayon pour les tracer.

C'eſt en même temps celui de la naiſſance de l'alonge de tableau, qui, au moyen de la note ſur ſa chute, eſt facile à tracer.

Il faut projeter ſur cette figure 106 le trait c, 5, β, (*fig.* 104.) de la barre d'hourdy.

La condition de ce tracé eſt que le trait ſe raccorde en β, (*fig.* 106.) avec la jambette, & vienne aboutir en c, de manière qu'une horizontale menée par ce point y ſoit tangente : d'ailleurs, rien que le goût ne peut le déterminer ; mais il détermine ſa projection ſur le plan horizontal, (*fig.* 105.)

Pour cela, & pour d'autres procédés dont il va être queſtion, abaiſſez ſur la ligne du deſſus de la quille la perpendiculaire β 4, (*fig.* 104.) ; diviſez ſa diſtance à la ligne du milieu en quatre parties égales, & par les points de diviſion 3, 2, 1, menez-y les parallèles 33′, 22′, 11′ ; reportez les hauteurs au-deſſus de la quille des points 3′, 2′, 1′, ſur la projection fig. 106, en 3′, 2′, 1′.

Projetez les quatre liſſes verticales longitudinales 4 β, (*fig.* 104.) 33′, 22′, 11′, ſur le plan horizontal *fig.* 105, en 4′ β, 3″3′, 2″2′, 1″1′, & la diſtance de c, (*fig.* 106.) 1′, 2′, 3″, β, à la projection d'une ſection verticale latitudinale, donnera le point c, (*fig.* 105.) 1′, 2′, 3″, β, par leſquels paſſera la projection du trait de la barre d'hourdy.

On aura auſſi le trait des jambettes latérales ſur ce plan horizontal, ainſi que celui des alonges de tableau, par les hauteurs de leur interſection avec les liſſes 7e., 8e., 9e. & 10e., (*fig.* 104.), reportés ſur la figure 106, en 7, 8, 9, 10; ce qui en donne la diſtance à un plan vertical-latitudinal : quant aux ouvertures ou largeurs, on les trouve dans la figure 104.

Il faut que le trait des jambettes ſe raccorde avec celui de la barre d'hourdy par une courbure bien ſuivie. La courbure des alonges de tableau doit auſſi être bien conduite. Mais il eſt à remarquer que la ſurface courbe de la voûte faiſant un angle avec la ſurface du tableau, cet angle peut ſe faire ſentir dans la projection du ſyſtème. Pour le déterminer de poſition, reportez-en la hauteur, priſe ſur la figure 106, ſur la figure 104, en *v*; cela donnera une largeur qui, en concourant avec la diſtance à un plan vertical-latitudinal, priſe dans la figure 106, déterminera le ſommet dudit angle ſur la figure 105.

Quant à la projection du ſyſtème ſur le plan vertical-latitudinal, elle peut être, & eſt effectivement, comme nous l'avons déjà dit, bien ſuivie.

Maintenant il faut nous occuper du travail des pièces.

1°. *De la Barre d'Hourdy.*

Faites une projection *A B C D*, fig. 104, d'une pièce qui y puiſſe convenir, dont l'extrémité du trait du deſſous aboutiſſe à la tête *B* de la projection de l'eſtain : elle doit avoir environ un pied ſur le tour, pris parallèlement à *D C*, & non normalement; on lui laiſſera 16 pouces ſur le droit,

quoiqu'il n'y ait que 13 pouces de la tête de l'eſtain à la face arrière de la pièce, parce que cela donnera la facilité d'adapter cette partie ſupérieure de l'eſtain à l'extrémité de la liſſe, qu'elle ne toucheroit ſans cela qu'en un point; une alonge d'écubier peut fournir ladite pièce; faites-en le gabarit *A B C D*, (*fig.* 107.), ſur lequel vous la travaillerez.

Ce gabarit & tous les autres ſont tracés en plein; ils ne le ſeront dans la pratique que ſuivant le trait eſſentiel, notant les largeurs à différents points, & les terminant par des planchettes, déterminant l'équerrage & les largeurs aux extrémités : par exemple ici, il ſera travaillé ſelon *B C*, & les planchettes ſeront placées ſelon *A B*, *D c*, & de la longueur de ces lignes. Voilà le premier trait.

Pour avoir le ſecond, il faut faire le gabarit du deſſous de la barre : dans le vrai, c'eſt le gabarit au trait *B β c*, (*fig.* 104. & 107.) d'aboutiſſement des bordages de carène qu'il faudroit ſe procurer; mais il ſe préſenteroit, pour travailler immédiatement d'après ce gabarit, des difficultés au-deſſus du léger inconvénient de la méthode que nous preſcrivons, qui donne le trait exactement; ce ſeroit une ſubtilité d'avoir égard à cet inconvénient dont tout-à-l'heure nous dirons un mot : on le néglige dans les conſtructions ordinaires. Ce gabarit du deſſous de la barre eſt le développement *A B β′ 3′ 2′ 1′ C D*, *fig.* 109., ſelon *B C*, *fig.* 104. de la projection horizontale *A B β 3′ 2′ 1′ C D*, *fig.* 105. Ce gabarit, *fig.* 109., eſt auſſi repréſenté dans la figure 108, avec cette différence que le trapèze *A B β IV* de celle-ci a moins de hauteur ſelon *A IV*, que dans la figure 109, parce que

A

A IV, *fig.* 107, dont elle eſt le développement, eſt plus courte que $B\beta$: ce ſera le gabarit du deſſus de la barre. L'un & l'autre doivent être aſſez flexibles pour s'appliquer exactement ſelon la courbure de la pièce. Vous la travaillez ſelon ces gabarits, & vous en avez le ſecond trait. Ces développemens ſe prennent mécaniquement, conſidérant les courbes comme périmètre de polygones de côtés très-petits, par exemple de 6 po. ou un pied. Avec le trait de la projection $AB\ \beta\ 3'\ 2'\ 1'\ C\ D$, (*fig.* 105.), vous avez celui de la développée, en employant les mêmes ordonnées, mais à des abſciſſes dans le rapport de la ligne droite ou la corde de la développée, à ladite développée.

Ces deux gabarits ne ſont que des épures auxiliaires, pour avoir le trait de la ſection dont $B\beta c$ (*fig.* 104. & 107.) eſt la projection. Le gabarit au vrai du deſſous de la barre, eſt la figure 111 ; nous dirons tout-à-l'heure comme on ſe le procure. Quant à celui du deſſus, il manqueroit du bois pour l'employer : voilà la difficulté que l'on pourroit ſe faire, mais qui n'eſt pas fondée, parce que ce bois ſe retrouve dans la liſſe extérieure qui recouvre le pied des jambettes, au moyen d'une légère entaille du déficit de la pièce.

On trace de nouveau, ſur le deſſous de la pièce, le trait qui donne le gabarit *fig.* 111, comme on le voit ſur le gabarit de ladite pièce, (*fig.* 109.)

Il n'y a rien à faire à la face avant de cette pièce.

Vous en tracez la face arrière ſuivant le gabarit *fig.* 110, de manière à avoir βc, *fig.* 104. & 107., & vous faites la projection $B\beta$, de $B\beta$, (*fig.* 105. & 109.) : au point B, (*fig.* 104. & 105.), ſe rencontre le point B, *fig.* 111.

Il ne reſte qu'à abattre le bois entre le trait $B\beta' 3\,2\,1\,C$ du deſſous de la barre, repréſenté ſur le gabarit, *fig.* 109., & provenant du gabarit, (*fig.* 111.), & celui $B\,\beta\,c$, *fig.* 104. & 107., & vous aurez la face de la barre ſur laquelle s'applique l'about des bordages de carène.

β, *fig.* 104. & 107., eſt l'angle curviligne $B\beta 3'$, *fig.* 105; mais en β, *fig.* 111, on doit rondir, parce que déjà là ſe fait ſentir la différence de la ſurface de la carène, qui n'offre point d'angle, à la ſurface des œuvres mortes, où l'on voit l'angle de la voûte & du tableau, avec les murailles.

Les œuvres vives peuvent être conſidérées comme un ſyſtème d'une infinité de plans horizontaux, ſubterpoſés à celui $AB\,\beta\,3'\,2'\,1'\,C\,D$, *fig.* 105., prolongés dans toute l'étendue de la Frégate; & le point B, comme le ſommet d'un cône ou pyramide curviligne, ayant pour axe une certaine courbe, & dont le périmètre de ſes ſections horizontales élémentaires ſe raccorderoient avec la courbure du reſte de la carène.

Il nous reſte à dire comme on a opéré pour avoir le tracé du gabarit, *fig.* 111. Au moyen des hauteurs des points de rencontre des liſſes verticales-longitudinales, avec les coupes verticales-latitudinales, relevées dans la figure 104, & de leurs points d'aboutiſſement $\beta\,3'\,2'\,1'\,c$, (*fig.* 106.), on a fait le tracé deſdites liſſes verticales que l'on voit dans cette figure 106; on a relevé enſuite la hauteur des points de rencontre $C\,1\,2\,3\,\beta'\,B$, *fig.* 104 de la projection du deſſous de la barre d'hourdy, que l'on a rapporté en $C\,1\,2\,3\,\beta'\,B$, *fig.* 106, ſur la projection des liſſes verticales. Ce procédé donne le moyen

d'avoir les points C 1 2 3 β' B, *fig.* 105, qui détermine le trait de la projection du deſſous de la barre, & d'en faire le développement, *fig.* 111. Pour prononcer avec quelque exactitude le contour en β', *fig.* 105 & 106, on employera la hauteur du point de rencontre β', *fig.* 104 de la 6e. liſſe, avec le deſſous de la barre; on la rapportera en β'', *fig.* 106, ſur la projection de cette 6e. liſſe β 6; ce qui donnera la diſtance de ce point à un plan vertical-latitudinal : la faiſant concourir avec la diſtance de β', *fig.* 104, à la ligne du milieu, on aura β', *fig.* 105; cela paroît ſuffire : mais pour ſatisfaire à quelque ſcrupule géométrique, on pourroit tracer une fauſſe liſſe, ſoit oblique, ſoit verticale, près, & de l'autre côté de β.

2°. *Des Jambettes latérales de Voûtes.*

Faites la projection *a b c d* (*fig.* 104.) de la pièce qui y peut convenir, ayant 10 po. ſur le tour & 10 po. ſur le droit. Il faut qu'elle dépaſſe de quelques pouces le point β, pour la raiſon que l'on verra; elle doit dépaſſer auſſi le plus qu'il ſe pourra l'angle de la voûte & du tableau, pour commencer & écarver l'alonge de ce dernier : cette pièce peut ſe trouver dans un bois tors de la 4e. eſpèce.

Pour avoir le tracé au vrai de la ſurface plane de cette pièce, reportez-en la projection & celle de la barre d'hourdy, priſes dans la figure 104, dans la figure 112, ainſi que la projection du trait de rablure, ou plutôt d'aboutiſſement de bordage; menez ſur ce deſſin la ligne droite v V de la partie ſupérieure de la voûte, où ſe forme ſon angle avec le tableau, dont la hauteur ſe prend dans

la figure 106 : c'eſt l'angle V, duquel il faut mener la corde de l'arc de la voûte $V\beta$. Partagez la diſtance verticale de la ligne droite de la partie ſupérieure de la voûte avec celle de ſa partie inférieure, ou de la ligne droite de ſa barre d'hourdy, en quatre parties égales; par les points de diviſions, menez les ordonnées oo $o'o'$ $o''o''$, (*fig.* 112.); menez auſſi la corde hV' de l'arc de la voûte, ſuivant ſon obliquité. Du point h pris pour centre, tracez des arcs de cercle ayant pour rayon les parties de la corde, compriſes entre ce point h & ceux de ſa rencontre avec les ordonnées. Cette opération donnera ſur la ligne du milieu les points O O' O'', par leſquels vous menerez des parallèles aux premières ordonnées, ſur leſquelles parallèles vous porterez les longueurs deſdites ordonnées chacune à chacune, & vous aurez les ordonnées OO $O'O'$ $O''O''$ du premier trait de la pièce au vrai. On voit aſſez comme il faut ſe procurer les traits intérieur, des abouts, & celui d'aboutiſſement de bordage. Le trait du pourtour fournira un gabarit ſur lequel on travaillera la pièce à 10 pouces d'épaiſſeur; il faut rapporter ſur ce gabarit le trait des lignes droites de la barre d'hourdy, & de l'angle que fait la voûte avec le tableau; ſur le premier $h\beta$ prolongé, tourne la pièce pour parvenir à l'obliquité qu'exige l'inclinaiſon de la projection de la corde de la voûte $V\beta$, (*fig.* 106.), avec un plan horizontal : elle a été trouvée de 45° 44′ 10″ : le pied de la jambette ſera donc travaillé ſuivant ce trait (*a*), d'une ouverture d'angle de 134° 15′ 50″, ſupplément de celui 45° 44′ 10″; une branche de l'équerre

(*a*) On peut remarquer ici la raiſon pour laquelle la pièce doit dépaſſer de quelques pouces le point β (*fig.* 104), comme il a été dit au commencement de ce paragraphe.

dans le plan de la liſſe verticale, l'autre dans un plan vertical-longitudinal, ſa partie de l'entaille de la barre d'hourdy dans laquelle il doit être reçu, & ſur laquelle il doit porter, étant travaillée horizontalement.

De l'ouverture de l'angle $TV\beta$, *fig.* 106, & ſuivant le trait tv', (*fig.* 112.), ſera travaillé l'angle plan de la pièce, pour donner ce qu'elle peut fournir de l'alonge du tableau.

On rapportera auſſi ſur le gabarit la verticale $\beta 4$, ſuivant laquelle la pièce ſera travaillée carrément, l'entaille de la barre d'hourdy étant auſſi verticale & au carré de ſa ligne droite.

Rapportez la hauteur du point *r* de rencontre de la projection du trait intérieur de la pièce avec la verticale $\beta 4$ au-deſſus de la ligne droite de la barre d'hourdy, ou βr, en *re*, (*fig.* 106.), bien verticalement, elle donnera en même temps la profondeur de l'entaille de la barre d'hourdy, & la dernière ſection du pied de la pièce au premier trait.

Reſte à la travailler ſuivant ſon ceintre, ou la courbure de la chute de la voûte ſur l'arrière; ce qui ſe fait aux dépens de la pièce, & d'équerrage ſuivant ſon trait d'aboutiſſement de bordage.

Commençons par ſa courbure, faiſons ſur $\beta 4$, (*fig.* 112.), qui n'eſt autre choſe que la corde βV, (*fig.* 106.), l'arc de cercle, projection de cette courbure, au moyen du rayon 10 pi. 6 po. qui en eſt donné dans le devis; remarquons bien que cet arc de cercle n'eſt qu'une projection, que la courbure doit être différente dans le développement.

Faiſons le développement *mn* (*fig.* 113.) du trait extérieur *mn* de la pièce (*fig.* 112.), employant une fort petite ouverture de compas, pour que les parties ſoient

bien ſenſiblement droites. β (*fig.* 113.) eſt la projection du trait ſur lequel la pièce tourne, par conſéquent l'origine de la courbure; les ordonnées de l'arc de cercle ſont ſur $\beta 4$ (*fig.* 112.), priſe pour abſciſſe à des diſtances égales: ces diſtances dans le développement, ſont données par les développemens de $\omega O\, OO'\, O'O''\, O''t$; portons-les ſur le développement βt (*fig.* 113.) en $o\, o'\, o''$; menons les lignes $Oo\ O'o'\ O''o''$; ſur ces lignes portons les ordonnées de l'arc de cercle, priſes dans le figure 112, chacune à chacune; elles détermineront la courbure cherchée. Les traits βp & tT (*fig.* 113) ſont ceux du pied de la pièce & de l'origine du tableau que nous avons déterminé de poſition.

Ce gabarit (*fig.* 113.) doit être fait avec une planche aſſez flexible pour s'appliquer ſans peine ſur le contour extérieur de la pièce; on la coche à la profondeur néceſſaire, & ſuivant le trait des ordonnées $OO\ O'O'\ O''O''$, (*fig.* 112.), dont la prolongation a dû être rapportée ſur cette pièce; & mettant le bois à bas ſuivant ces coches, on a la courbure cherchée. En cochant, il faudra conſerver des repaires pour pouvoir reporter ſur la partie devenue courbe, le trait d'aboutiſſement des bordages qui avoit été tracé ſur la partie plane.

Finiſſons par travailler la pièce d'équerrage: rapportant la profondeur de l'entaille βe (*fig.* 106.) en βe (*fig.* 105.), on aura le premier équerrage ou celui du pied $c\beta r$, & la figure de ce pied ſera exactement $\beta e r$.

La 7e. liſſe donnera un ſecond équerrage $c'\, 7\, r'$; la diſtance du ſommet de l'angle 7 à un plan vertical-latitudinal, donne le moyen de le déterminer de hauteur

en 7 (*fig.* 106.), & cette hauteur à le déterminer ſur la pièce en 7 (*fig.* 112.) : il doit être pris dans un plan horizontal comme celui du pied ; c'eſt-à-dire, en tenant la branche de l'équerre ſur la ſurface de l'arrière, dans une parallèle aux ordonnées *o o o'o'*, &c. parce que la liſſe eſt tracée au carré, & non ſuivant ſon obliquité.

Il en ſera de même de la liſſe 8 qui donnera l'équerrage *c''* 8 *r''* (*fig.* 105.), c'eſt-à-dire en *V* (*fig.* 106), & *t v'* (*fig.* 112.), ou à très-peu près.

On pourroit les médiocrer : mais ils ſont aſſez proches pour que cela ne ſoit pas rigoureuſement néceſſaire.

Ces ſeules pièces, la barre d'hourdy & les jambettes latérales exigeoient cette explication ; les barres, eſtains & alonges de cornières, ſe travaillent comme il a été enſeigné dans les premiers articles de ce chapitre ; & le tout s'aſſemble ſur l'eſtain de la même manière.

CHAPITRE IV.

Du Travail du Boiſage.

Nous avons défini ce boiſage dans le premier Tome ; il faut maintenant, pour les Elèves des conſtructions & autres perſonnes qui veulent pratiquer, en décrire le travail, commençant par les alonges d'écubiers, continuant par ce qui concerne les couples de rempliſſage, finiſſant par le boiſage entre le 7 arrière & l'arcaſſe, ſur celui duquel nous nous ſommes ſuffiſamment étendus.

I.

Du Travail des Alonges d'Ecubiers & Apôtres, ou du Boiſage en avant du Coltis.

Le gabariage du 7 avant ou coltis, eſt à une diſtance

de 7 pi. 6 po. 6 lig. de la perpendiculaire de l'étrave ; mais celle abſolue qui ſe trouve entre le plan de la face avant de ce couple & le trait de la rablure, à la liſſe du fort, eſt au plus de 6 pi. : cependant cela donneroit au courant de la liſſe une longueur de près de 12 pi. à garnir avec des alonges d'écubiers ; & comme cette ſorte de boiſage a plus d'un inconvénient, cela détermine ſouvent à mettre un couple de rempliſſage ſur l'avant du coltis : c'eſt ce que l'on a fait pour le vaiſſeau ſur lequel nous nous exerçons.

Ses pièces ſe travaillent & ſe mettent en place ſéparément, ainſi que celle des autres couples de rempliſſage dont nous parlerons bientôt ; nous nous arrêtons ſeulement ici ſur ce qui concerne le talon ; il porte comme le couple 7, (*Voyez pag. 24 du Tome I*), ſur des adents travaillés dans la contre-étrave ; c'eſt pourquoi, ayant déterminé 16 po. de diſtance de la face avant du couple 7 au gabariage de ce nouveau couple, ſavoir, 4 po. pour la maille, & un pied pour les pièces ſur le droit ; (on donne communément un peu moins de maille & un peu moins de points, à cauſe du grand équerrage, dans cette partie) : ayant déterminé ces 16 pouces, dis-je, on les porte carrément à ce couple 7 de ſa face avant, à la partie concave de la contre-étrave ; ce qui donne un certain point *g* (*fig.* 33.), par lequel, menant la parallèle *gp* au coltis ou autre couple, on a ſur l'étrave le lieu du gabariage de ce couple de boiſage ; du point *g* on mène à la quille, la parallèle *go* d'un pied ; & c'eſt ſuivant ce trait que l'on travaille l'adent ſur lequel doit repoſer l'oreiller du couple ; on porte 4 pouces pareillement du 7

à

à la contre-étrave, & cette opération détermine un point *a* par lequel, menant la parallèle *a y* juſqu'au gabariage *g p*, on a l'adent qui doit recevoir le talon du fourcat.

Ce talon ne peut être à tenon, comme nous avons dit que doivent être travaillés les fourcats; mais on y pratique des oreilles qui ſe prolongent juſqu'à la rencontre de la face latérale de l'étrave ou la contre-étrave, par le gabariage du couple, & par la ſorte de gabariage de ſes parties antérieures & poſtérieures; ces courbes ſuivies d'après la figure que prend la rablure dans le ſens vertical, ſelon ce qui a été dit au chapitre II de la 2e. ſection de la première Partie. Ces oreilles ſont reçues à ce trait de rencontre dans des épaulettes, comme pour tout aſſemblage à margouillet. (*Voyez page 22 du premier Tome.*)

La forme de la pince du Bâtiment fait que ledit trait de rencontre s'y éloigne très-ſenſiblement de celui de la rablure. Pour prendre une idée de cet effet, jetez les yeux ſur la *fig.* 24; vous verrez que la ligne d'eau inférieure, pour figurer la rablure, coupe en *x* la face latérale de l'étrave ou de la contr'étrave à une diſtance de 3 pi. 7 po. du 7e. avant; rapportez ce point dans la *fig.* 33 ſur la pareille ligne d'eau *l* 7, de 7 en *x*; & *x f* eſt ſur cette ligne d'eau, la diſtance du trait de la rablure à la rencontre de la ligne d'eau avec la ſurface latérale de l'étrave ou la contr'étrave. Cette obſervation fait voir comment on a pu marquer le trait *i x* ſur ledit plan (*fig.* 33.). Mais dans la nature, ſur le bâtiment, les liſſes le donnent puiſqu'on ne peut les ranger au fond de la rablure où elles aboutiſſent, ſans la travailler à la demande de ces liſſes. Si les lignes d'eau peuvent également remplir cet objet, c'eſt

PL. VI.

PL. XI.

que dans les plans elles ſont cenſées ſur la membrure ainſi que les liſſes, & non ſur le bordage comme ſembleroit l'indiquer le nom qu'on leur donne. Quoi qu'il en ſoit, cette façon de travailler ſur liſſes des rablures déjà travaillées ſans raiſon, n'eſt pas ſavante, fait bien perdre du temps & quelquefois du bois. Il faut enfin en venir à la méthode que nous avons enſeignée.

Les oreilles en queſtion vues latéralement, ont donc une figure projetée en $g o \pi p$ pour la partie de l'avant du couple, & $\alpha \varrho p P$ pour ſa partie de l'arrière. Vues de l'avant, on aura leur projection dans la *fig.* 34 en $o g \varrho p$ pour la partie antérieure, & $c d' t \varrho$ pour l'autre. Elles ſe terminent, nous le répétons, dans une épaulette que la petiteſſe du deſſin n'a pas permis de faire ſentir.

L'oreiller, à ce couple, ne peut avoir aſſez de hauteur pour fournir entièrement à l'oreille; mais on ſupplée à ſon défaut au moyen d'une fourure.

Le ſept, les rempliſſages entre le ſept & le ſix, & aſſez généralement tous les couples de l'avant, ont de ſemblables oreilles.

C'eſt entre ce couple de boiſage en avant du 7 & l'étrave, que l'on place les allonges d'écubiers; celles de l'avant que l'on appelle autrement apôtres, s'appliquent ſtribord & babord ſur la partie $e h m \pi$ (*fig.* 33.) de la face latérale de l'étrave ou contr'étrave ſuivant le trait $i x$ que le procédé dont nous venons de parler a procuré; on voit que la contr'étrave les dépaſſe de quelques pouces vers le dedans du vaiſſeau.

Les allonges d'écubiers de chaque bord, attenant le couple de boiſage en avant du 7, s'appliquent ſur la face

e h m p (*fig.* 34.); *e h m π* (*fig.* 33.) & *e h m p* (*fig.* 34.) ſont développées dans la (*fig* 35.); c'eſt-à-dire, qu'en la ſuppoſant pliée ſelon la ligne *A p*, de manière que les plans où giſent ces deux parties faſſent un angle de 90 degrés, on a exactement dans leur poſition les deux ſurfaces *e h m p* & *e H M p* qui bornent le quartier de boiſage à remplir par les allonges d'écubiers: ces ſurfaces ſont donc les gabarits de celles extrêmes. Les équerrages en ſont pris au moyen des liſſes. Par exemple, à la ſeptième ſelon les angles *E Q A*, *e q a* (*fig.* 36 projection de ce boiſage ſur une projection horizontale des liſſes): aux autres liſſes de même. Il faut diviſer l'eſpace *Q q* en un certain nombre de parties ſuivant la nature des bois ſur leſquels on peut compter. Ordinairement en 6 ou 7: ce ſera autant d'allonges, & tirant des lignes à tous les points de diviſion d'un point *c*, comme centre, on aura leur projection ſur ce plan horizontal.

Il y a une obſervation à faire dans cette diviſion; c'eſt que le beaupré, qui repoſe ſur l'étrave, eſt contenu dans une eſpèce de fourche *B F fig.* 34, formée par les allonges voiſines de ce mât; comme il a 33 po. $\frac{1}{2}$ de diamètre, tandis que l'étrave n'a que 15 po. ſur le droit, il faut prendre pour faire ſa place, 9 po. 3 lig. de chaque bord dans les allonges d'écubiers; c'eſt pourquoi celles attenantes de l'étrave ne doivent être que des eſpèces de garnitures ou languettes de 6 à 7 po., au moyen de quoi l'allonge ſuivante demeure dans preſque toute ſa force.

Après avoir fait les diviſions ſur une des liſſes, il faut les rapporter ſur les autres liſſes, de manière qu'elles ſoient toutes pour chaque gabariage, dans un même plan;

c'eſt ce qu'opèrent les rayons *C E C e*, &c. (*fig.* 36.); mais ſi l'on veut procéder ſur le vaiſſeau même, en ſuppoſant le développement (*fig.* 35.) plié à angle droit comme nous l'avons dit, on peut tendre une ligne ſelon *Ap* (*a*) au moyen de laquelle bornoyant un des points de la liſſe diviſée, vous en faites porter (des points) ſur toutes les autres liſſes, de manière que la ligne en intercepte auſſi la vue; pour cela l'œil à cette ligne de façon qu'elle cache le point de diviſion, on place un homme actif à portée de la liſſe que l'on veut ſemblablement diviſer, un morceau de craie aux doigts; il le poſe ſur la liſſe où il juge qu'il doit marquer ſon point, & s'il ne rencontre pas juſte tout de ſuite, comme cela eſt apparent, l'obſervateur lui fait un ſigne de la main vers la droite ou vers la gauche, ſelon le côté où il s'écarte, & avec plus ou moins d'amplitude ſuivant que l'écart eſt plus au moins conſidérable; & par un geſte approbatif de la même main, il lui indique de marquer, lorſque cela lui ſemble convenable; ſi, malgré cela, le Charpentier n'ayant pas parfaitement ſaiſi le commandement, le point ne ſe trouve point intercepté par la ligne, on l'efface pour le placer plus exactement. Faiſant de même à toutes les liſſes pour tous les points de diviſion marqués ſur la première, on a le gabariage de toutes les allonges d'écubiers. La partie des liſſes entre chaque point, telle que E e (*fig.* 36.), en donne la largeur extérieure, à la hauteur de chacune de ces liſſes qu'il faut rapporter ſur le gabarit.

(*a*) On conçoit que cette ligne eſt une prolongation de *e p* (*fig.* 34 & 35.), ou *e π* (*fig.* 33.), & qu'elle arraſeroit la face de la planche d'ouverture du côté du gabariage, à une diſtance de 7 po. $\frac{1}{2}$ du trait du milieu de cette planche.

Les angles tels que $d\,f\,c$, $f\,E$ ſ en ſont l'équerrage, qu'il eſt bon d'avoir pour l'arrière & pour l'avant de la pièce; ainſi, pour l'allonge voiſine du couple, il convient de prendre les équerrages $A\,Q\,E$ & $f\,E\,Q$; & de même aux autres liſſes. Pour avoir ces équerrages ſur le bâtiment, il n'y a qu'à tendre horizontalement aux points de diviſion E ſ, &c. e, des lignes de celle $A\,p$ (*fig.* 35.) dont nous avons parlé plus haut, de laquelle C (*fig.* 36.) eſt la projection; il n'y a qu'à tendre, dis-je, des lignes repréſentées par $C\,E$, C ſ, &c. $C\,e$: mettant une branche de l'équerre auſſi horizontalement (*a*) le long de la liſſe, l'autre le long de la ligne, par exemple, ſelon $Q\,E$ & $E\,f$, on a l'équerrage. Quoique la liſſe ne ſoit pas dans un plan horizontal, on trouvera cependant le trait horizontal dans ſa largeur pour une épaiſſeur comme celle de l'allonge.

Ayant les largeurs ſur le droit extérieurement & les équerrages de l'avant & de l'arrière des pièces, il ne faut qu'avoir les largeurs ſur le tour pour avoir celles ſur le droit intérieurement.

Pour ſe procurer les largeurs des allonges ſur le tour, il faut d'abord déterminer celle de la tête de chacune; afin d'y parvenir, on fait l'opération que nous avons appelée médiocrer; c'eſt-à-dire, qu'ayant ſept allonges, on ajoute les largeurs $q\,t$ de celle touchant l'étrave, & $A\,Q$ de celle attenant le couple, & on prend la moitié de leur ſomme, ce qui donne la largeur ſur le tour de la

(*a*) Dans cette manière de parler, on ſuppoſe la quille dans un plan horizontal: ce ſera toujours de même.

quatrième : on ajoute cette largeur trouvée encore, à la largeur AQ ; & en prenant la moitié de la ſomme, on a la largeur en s : fE eſt ſemblablement la moitié de la ſomme de la largeur en s, & de celle AQ : on opère de même en avant de la quatrième ; enſuite on médiocre pareillement pour avoir la largeur au pied. Toutes les allonges ſe rendent au trait ep (*fig.* 35.) ; mais les largeurs au carré de celles de l'étrave & du couple, étant eE & eC, c'eſt de ces deux quantités qu'on ſe ſert pour faire ſon opération, comme on l'a fait pour la tête. Enfin, ayant les largeurs ſur le tour de chaque allonge, à la tête & au pied, on médiocre encore pour avoir des largeurs intermédiaires. Toutes ces opérations ne donnent que des *à-peu-près*, ne fût-ce que parce que qe eſt moindre que QE, Es, &c. ce qui altère les moyennes données par l'opération ; mais ces *à-peu-près* ſont ſuffiſans, car on laiſſe plus de bois qu'il n'en faudroit, & on perfectionne enſuite l'ouvrage à la hache & à l'herminette. On ne ſe donne même pas toujours tous les ſoins que nous indiquons ici.

En voilà aſſez pour donner une idée nette de l'appareillage de cette partie de la charpente du vaiſſeau ; ces allonges d'écubiers ſont d'ailleurs projetées dans les figures 33, 34 & 36 ; elles ſe terminent toutes au trait $e\pi$ (*fig.* 33.), ep (*fig.* 34 & 35.). Quelques perſonnes ont critiqué cette terminaiſon en coin, comme devant procurer peu de ſolidité ; mais il faut remarquer que les pièces ne portent pas ſur cette partie angulaire : ce trait ep eſt vertical. Je vois, au contraire, qu'elles ſont l'effet des claveaux ou vouſſoirs dans le ſens des plus grands efforts auxquels elles ſont expoſées : dans celui de leur peſanteur,

étant travaillées en coins de haut en bas, & faiſant ainſi force les unes ſur les autres, ſans porter ſur leur arête commune *e p* : dans celui de l'impulſion de l'eau de dehors en dedans, étant pareillement travaillées en coins émouſſés ou tronqués ſelon la direction de cette puiſſance. Il nous reſte à parler de quelques particularités de pratique qui les concernent, & de leur chevillage.

Les allonges d'écubiers travaillées en coins, venant à rien à leur extrémité inférieure, une ſeule peut fournir le pied de pluſieurs qui repoſent alors ſur différents adents : par exemple, celle *A α* (*fig.* 33. & 34.) peut donner toute la largeur néceſſaire pour remplir juſqu'au couple à ſa hauteur *α* ; alors on y pratique l'adent *α β* qui reçoit le pied de l'allonge ſuivante *D δ*, laquelle fourniſſant aſſez de bois en *δ*, on y travaille l'adent *δ ε* pour y recevoir celle qui touche le couple : la languette *L λ* peut pareillement porter ſur un adent de l'apôtre en *λ*.

On juge que le défaut de circulation d'air, le contact immédiat des bois, ſont une des principales cauſes de leur prompte pourriture ; c'eſt ce qui engage aujourd'hui à laiſſer des jours d'un couple de pouces entre les allonges d'écubiers ; alors le plein bois ne ſe trouve qu'aux endroits où paſſent les chevilles : ces jours quelquefois ſe travaillent dans les pièces ; d'autres fois, pour épargner le bois, on ne les obtient qu'en mettant des cales entre elles.

Les apôtres ſont chevillés enſemble, & avec l'étrave, par trois ou quatre chevilles qui, frappées d'un bord, traverſant l'apôtre, la languette, l'étrave, ainſi que la languette & l'apôtre de l'autre bord, y ſont rivées ſur

virole : elles ſont chaſſées à contre, c'eſt-à-dire que l'une entre d'un côté, l'autre du côté oppoſé, la troiſième comme la première, &c. Chacune des autres allonges ſont chevillées par quatre ou cinq goujons carrés, tels que ceux de la membrure avec celle contiguë qu'ils pénètrent, en ſorte qu'il ſe trouve 8 à 9 goujons dans chaque pièce d'allonge.

II.

Du Travail du boiſage entre les couples de levée.

SUIVANT le devis de charpentage, quatrième Section de la première Partie, il doit y avoir dans notre vaiſſeau trois couples de boiſage ou de rempliſſage dans chaque intervalle des couples de levée, même quatre dans celui entre les deux maîtres, qui eſt le plus grand; il eſt de 10 pi. 1 po. entre le gabariage des autres levées : il faut partager cette quantité en quatre parties égales, pour avoir trois points de diviſions ſur la quille, qui y déterminent le lieu du gabariage des rempliſſages. Pour les deux maîtres, on diviſe en cinq parties les 12 pieds qui ſe trouvent entr'eux. On a donc pour les couples de levées ordinaires, quatre parties de 2 pi. 6 po. 3 li. (quart de 10 pi. 1 po.) à porter ſur la quille & carrément ſur les liſſes d'un gabariage à l'autre.

Pour la quille, l'épaiſſeur de la varangue étant de 13 po., il n'y a d'abord que 1 pi. 5 po. 3 li. à prendre de la face du droit de cette varangue; ainſi, ayant l'eſpace 3 4, PL. XXIV. (*fig.* 62'.), entre les couples 3 & 4, à diviſer, on porte de *d*, dehors de la varangue, en *r'*, 1 pi. 5 po. 3 li.;

de

de r en r', 2 pi. 6 po. 3 li.; de r' en r'', encore 2 pi. 6 po. 3 li.: & il doit ſe trouver de r'' en d', 1 pi. 5 po. 3 li., qui, avec les 13 po. de varangue d'' 4, font la quatrième partie, 2 pi. 6 po. 3 li.

Il y a quelque attention de plus à avoir pour marquer les diviſions ſur les liſſes, à cauſe de leur courbure; ayant par exemple la partie de la liſſe première entre les couples 3 & 4 à diviſer, il faut poſer la règle ou meſure d'abord de 1 pi. 5 po. 3 li. carrément ou perpendiculairement à la ſurface plane du couple, comme on le voit dans les projections verticales, longitudinales & horizontales (*fig.* 62' & 63'.) de D en R: cela donne ſur cette liſſe un certain point R, marqué D ſur le plan (*fig.* 61'.), où il eſt la projection de la règle ou meſure DR (*fig.* 62'. & 63'.): enſuite on porte, de même carrément, la meſure $D'R'$ de 2 pi. 6 po. 3 li. de plus, c'eſt-à-dire, de 3 pi. 11 po. 6 li.; enfin on règle le troiſième point de diviſion avec la meſure $D''R''$ de 6 pi. 5 po. 9 li. On voit ces points de diviſion R' & R'' marqués par les lettres D' & D'' dans la figure 61: le point D''', toujours projection de la règle, fait voir qu'elle ne peut porter carrément ſur la ſurface plane du couple, parce que la diminution de largeur du vaiſſeau en cet endroit, eſt d'une quantité plus grande que celle de la largeur xy du couple ſur le tour: ainſi le bout de la meſure oppoſé à celui de la liſſe, ſe trouve en dedans de ce couple; c'eſt pourquoi on tend la ligne Ll d'un bord à l'autre ſur la face du couple à une hauteur convenable, d'où l'on prend la diſtance 6 pi. 5 po. 6 li. (*a*). La diviſion qu'elle donnera doit ſe trouver

(*a*) Il ſeroit plus ſimple d'appliquer un bout de planche bien dreſſée ſur la ſurface plane du couple, & qui dépaſſât en dedans ſuffiſamment pour recevoir

à une diſtance de 1 pi. 5 po. 3 li. de la ſurface plane du couple 45 laquelle ajoutée aux 6 pi. 5 po. 9 li., 13 po. de l'épaiſſeur de la membrure du couple 3, & 13 po. du couple 4, donnent 10 pi. 1 po. de l'intervalle entre les gabariages des couples.

On a, en ſuivant ce procédé, les points de diviſion des gabariages des couples de rempliſſage ſur toutes les liſſes.

C'eſt ſur ces liſſes qu'on doit gabarier ou faire les gabarits du boiſage : mais comme l'intervalle entr'elles eſt trop grand pour procurer ſuffiſamment de points, on le garnit de pluſieurs lattes λ λ (*fig.* 61'., 62'., 63'.), qui s'appliquent ſur pluſieurs couples de l'avant & de l'arrière de ceux entre leſquels on opère pour y procurer une courbure bien informe. On marque les diviſions ſur ces lattes, en ſuivant la méthode qu'on a employée pour les liſſes.

Pour faire les gabarits des couples de boiſage, par exemple celui de la varangue du rempliſſage voiſin du couple 3, entre cette levée & le couple 4, il faut employer un moyen analogue à celui dont on ſe ſert à la ſalle des gabarits. On poſe la planche du gabarit *P p* (*fig.* 61'.) de can ſur les liſſes & lattes qui doivent croiſer cette varangue, aux points de diviſion qui appartiennent à ſon gabariage ; elles ſe trouvent porter ſur les points *D* & *d* ; on cherche la liſſe ou latte dont le point de diviſion en eſt le plus éloigné ; c'eſt celui *a* : on prend avec un compas la diſtance *a b* de ce point au can de la planche ; on porte cette diſtance de tous les points *D c d e*, bien carrément ſur cette planche, *δ c' d' e'* : par tous ces points on fait paſſer un trait courbe au

carrément le bout de la meſure, à la longueur de laquelle on donneroit de moins l'épaiſſeur de cette planche.

moyen d'une règle pliante ; on la travaille ſuivant ce trait, & on a le gabarit $\pi\mu$, que l'on replace ſur les liſſes & lattes, pour voir s'il porte bien de partout ; on fait les deux branches, & on les lie par deux bouts de planche qui forment le talon, comme on le voit en $TTtt$, (*fig.* 64'.) : les deux points tt, donnés par tt, (*fig.* 61'.), ſervent à continuer la conduite de la courbure.

Pour les autres pièces de membrure, l'opération eſt ſimplement celle que nous venons de faire pour une des branches de la varangue. Il en eſt de même pour les varangues plates qui peuvent ſe faire avec une ſeule planche ; on y en ajoute ſeulement un bout pour former le talon.

Comme les entailles qui doivent les recevoir ſe travaillent d'abord ſur la quille, on les pratique dans les gabarits, ainſi que les oreilles, ſi le talon eſt de nature à en avoir.

On ne prend pas les équerrages pour les rempliſſages ſelon l'obliquité des liſſes, comme pour les couples de levées ; on les détermine au carré de la pièce de membrure ; c'eſt-à-dire que le gabarit $\pi\mu$ étant ainſi poſé dans un plan perpendiculaire à la quille, on relève l'équerrage à chaque liſſe, & aux lattes, ſi l'on veut, la branche de l'équerre ſur le gabarit perpendiculaire à ſon contour, ou à une tangente imaginée à ſa courbure au point de l'angle de cette équerre, la branche ſur la liſſe, dans un plan perpendiculaire à la face du gabarit.

Nous avons dit qu'il devoit y avoir quatre couples de rempliſſage entre les deux maîtres, parce que l'eſpace entre leur gabariage eſt de 12 pieds. On preſcrit dans le devis de charpentage de leur donner un pouce de moins d'échantillon ſur le droit, pour qu'il y ait entr'eux à-peu-près

autant de mailles qu'entre les autres couples; on n'en met que deux entre les 6 & 7 avant; ce qui détermine la maille à quatre pouces. Nous allons parler du boiſage entre le 7 arrière & l'arcaſſe.

Les couples de rempliſſage ſe travaillent ſur leurs gabarits comme ceux de levées; ils ſont compoſés d'un même nombre de pièces, & ſemblablement diſpoſées; toute la différence, c'eſt qu'elles ſont miſes une à une, & chevillées en place : on poſe les talonniers des varangues, ſur leſquels elles ſont placées enſuite. On ne lie pareillement les varangues d'aſſemblage avec leurs oreillers, qu'en leur lieu, juſqu'à la dernière du boiſage entre deux levées, qu'il faut aſſembler à côté, par l'impoſſibilité de la cheviller, à cauſe du défaut d'eſpace. On ne peut même faire le chevillage de beaucoup de genoux & allonges, qu'obliquement, par la même raiſon; mais on prend des précautions pour que les bouts des chevilles n'approchent pas trop de la face intérieure de la membrure, de crainte qu'ils ne ſoient découverts dans le paré dont nous parlerons ci-après.

III.

Du Travail du Boiſage entre le ſept arrière & l'arcaſſe.

Le boiſage entre le ſept arrière & la partie antérieure du pied de l'eſtain ſe fait comme celui entre les autres couples, obſervant ſeulement deux choſes : l'une que l'arête extérieure de la partie antérieure de l'eſtain à ſon
Pl. X. pied *e* (*fig.* 32.) étant à une diſtance de 5 pi. 5 po. de la face arrière 7″ 7‴ du couple 7, où il ne peut être placé que deux nombres, il ſe trouve 2 pi. 8 po. 6 lig. pour

chaque, avec ſa maille ; ainſi il faut laiſſer à chaque pièce de membrure un pouce de plus ſur le droit (exactement 1 po. 1 lig. $\frac{1}{2}$), pour n'avoir pas dans cette partie plus de mailles que dans les autres du bâtiment ; l'autre qu'il eſt bon de ne rien retrancher du bois que peut fournir, toujours ſur le droit, le genou *G g* du rempliſſage attenant l'eſtain, afin d'y pratiquer un adent *a e b* (*fig.* 32 & 37.) pour ſervir d'abut à ſon pied. Cet adent doit avoir plus de profondeur à l'arête intérieure *i* (*fig.* 32.) de l'eſtain qu'à celle extérieure *e*, à cauſe de ſon dévoiement ; c'eſt-à-dire, qu'au lieu de fournir ſimplement le quadrilatère *a b e c* (*fig.* 39.) pour l'abut de la prolongation du lit inférieur du fourcat d'ouverture, il doit être travaillé ſelon *a b e i* ; ainſi l'on mord ſur la partie du genou ſupérieure à l'adent, & ce qu'on y abat de bois a à-peu-près la figure d'un priſme dont *c e i* eſt la baſe, & *e b* (*fig.* 32.) la hauteur. Cette eſpèce de petite excavation reçoit le pied de l'eſtain. Cette explication doit ſuffire pour faire voir comment elle ſe travaille au moyen de l'équerre du charpentier.

Communément ces deux rempliſſages ne ſont point établis ſur la contre-quille, mais ſur un maſſif *M m* placé ſur cette contre-quille & la branche horizontale de la courbe d'étambot, qui en même temps écarve ces pièces.

On boiſe en plein bois l'eſpace compris entre ſa branche verticale & le rempliſſage arrière ; ces boiſages *B* ſont auſſi des eſpèces de maſſifs ; cependant comme ils s'élargiſſent un peu pour aller rejoindre le lit inférieur du fourcat, ainſi qu'on le voit en *B* (*fig.* 37.), on y fait quelque petite addition analogue aux branches des fourcats ; d'ailleurs

ces pièces ſe travaillent comme les autres, au moyen de gabarits faits ſur liſſes & d'équerrages; elles ſont traverſées par trois ou quatre chevilles horizontales chaſſées ſur la face extérieure de l'étambot, & qui pénètrent juſque dans la maille du ſept arrière ; on peut les reconnoître dans les lignes ponctuées (*fig.* 32.) : ces chevilles ont 20 à 21 lignes au collet, & 14 ou 15 au petit bout.

Il reſte à boiſer la partie ſupérieure entre le rempliſſage arrière & l'allonge de cornière ; ce qui s'opère avec un couple compoſé ſeulement d'allonges, puiſqu'il ſe termine ſur les eſtains ; la diſtance en cet endroit eſt de 2 pi. 9 po. ainſi, en donnant quelque choſe de plus d'un pied ſur le droit à ces allonges, on aura les mailles requiſes.

Ce couple dans un plan parallèle à ceux des autres couples fuyant dans les façons ſelon *F f* (*fig.* 37.), va, comme nous venons de le dire, ſe terminer à l'eſtain, qui eſt dans un plan oblique, quoique pareillement vertical : ainſi ſes faces verticales ne peuvent le rencontrer que dans des traits verticaux (*a*), puiſque l'interſection de deux plans verticaux ne peut être qu'une ligne verticale. On prend donc d'abord pour la maille une diſtance de 4 po. ½ de la face arrière du rempliſſage arrière, à la face antérieure de l'eſtain, enſuite une autre diſtance d'un pied quatre pouces ſix lignes pour le gabariage ; enfin une troiſième diſtance de 2 pi. 4 po. 9 lig. pour la face

(*a*) Lorſque nous parlons de plans & lignes verticaux & horizontaux relativement au navire, nous le ſuppoſons droit dans ſa ſituation ordinaire, & même ſa quille dans une poſition horizontale, quoiqu'elle ne ſoit preſque jamais ainſi. La petite inexactitude de cette ſuppoſition doit être excuſée en faveur de l'avantage qu'elle procure, d'éviter dans nos explications de grandes circonlocutions qui reviendroient ſouvent. Nous avons déjà fait cette obſervation en un mot.

arrière du couple : la maille de 4 po. $\frac{1}{2}$ qui reſte, avec ces 2 pi. 4 po. 9 lig., fait 2 pi. 9 po. d'intervalle entre le rempliſſage arrière & l'allonge de cornière. Ces trois diſtances déterminent ſur l'eſtain, les traits verticaux tt' TT' $\theta\theta'$ (*fig.* 32 & 37.) projetés ſur le plan horizontal en $t\,T\,\theta$ (*fig.* 39.). On voit que le pied de chacune des deux parties du couple ſe termine ſur l'eſtain en ſifflets, tel que $\theta\,T\,F$; ainſi l'angle ou l'équerrage de cette ſorte de coin, pris horizontalement, eſt le même que celui du dévoiement de l'eſtain, ou que le plan que cet eſtain forme avec celui des couples : les autres équerrages & le gabarit des pièces ſe prennent ſur les liſſes.

IV.

De quelques particularités délicates dans le travail des Jambettes.

Nous avons décrit fort au long dans le premier Tome, ce qui concerne les jambettes de voûtes & allonges de tableau ou quenouillettes, parce que ces parties étant fort ſujettes à être endommagées dans des abordages, l'officier livré à lui-même pour la réparation, doit en avoir une connoiſſance un peu étendue : il ne nous reſte rien à y ajouter pour les perſonnes deſtinées à pratiquer la conſtruction, ſinon ſur la manière de ſe procurer le gabarit particulier du contour latéral de ces jambettes & quenouillettes de ſtribord & babord $V\,A\,a$. (*fig.* 37.)

Les liſſes dont on voit les projections en $f\,l$, $7\,l$, $8\,l$, $r\,l$ (*fig.* 32 & 37), appliquées ſur les allonges, dépaſſent de l'arrière celles de cornière indéfiniment ; les bouts de liſſes ainſi prolongés, livrés à eux-mêmes, ſe trouvent naturellement tangents au point de leur interſection avec

les allonges de cornières, à la courbure qu'elles ont sur les couples. On ajuste le gabarit *V v a* (*fig.* 32.) sur la face du dedans de ces lisses, & selon la saillie de la voûte & de la chute du tableau que nous avons déterminée dans le premier Tome : le peu d'épaisseur du gabarit fait qu'il se plie facilement au contour latéral que donnent les lisses. On marque les points de rencontre *f'*, 7', 8', *r'*, (*fig.* 32 & 37'.) du gabarit avec les lisses, & des points semblables sur des lattes que l'on peut poser dans les intervalles des lisses pour l'exactitude du travail : ces points servent à faire le gabarit de la courbure latérale, en suivant le procédé que nous avons enseigné. L'inspection particulière de la *fig.* 32 fait voir d'ailleurs comme on pourroit la tracer à la salle. On a les points sur les lisses de la *fig.* 37, par la hauteur de ces points, prise dans la *fig.* 32.

Au surplus, cette méthode mérite aussi la critique que nous nous sommes permise Paragraphe VIII, Chapitre III, Section II, 2e. Partie de ce Tome. Dans le Paragraphe suivant ou IX *d'une Construction particulière d'arcasse*, nous avons donné des lumières pour travailler plus habilement ; tout le trait y est déterminé par le plan.

SECONDE SECTION.

Du serrage & vaigrage ; de l'établissement des baux, en général des ponts.

Nous avons décrit dans le premier Tome, cette partie de la construction : il faut ici, pour les personnes destinées à pratiquer, 1°. la définir avec plus d'étendue, 2°. en enseigner le tracé ; 3°. en faire connoître le travail. Ce sera l'objet de la présente section, & ce qui concerne particulièrement le serrage & le vaigrage, celui du premier Chapitre.

CHAPITRE

CHAPITRE PREMIER.

I.

Des Serres & Vaigres.

On s'occupe d'abord de vaigrer la cale; pour cela on fait courir deux ou trois virures de vaigres d'épaiſſeur ou ſerres, le long de l'origine commune *a G* (*fig.* 12.) de l'empature des genouilles avec les varangues & premières allonges; ces ſerres, au moyen de cela, s'appellent ſerres d'empature; elles ont pour notre vaiſſeau 5 po. d'épaiſſeur; s'il y en a trois virures, il faut que celle du milieu ſoit placée de manière que la moitié de la largeur du vaigre ſe trouve au trait d'aboutiſſement des varangues & premières allonges, au moins vers les maîtres. Ordinairement, ſuivant la forme de nos vaiſſeaux, laiſſant courir le bordage à ſa demande & ſans le forcer, les virures de ſerres d'empature montent plus haut de l'avant, & ſurtout de l'arrière, que la jonction des varangues & premières allonges. Pl. I.

On place d'ailleurs les ſerres bauquières; dans ce moment celles du premier pont. Ce ſont les ſoutiens des poutres ou baux ſur leſquels on établit ces ſortes de planchers. Pour le premier ou celui de la première batterie, elles ont 7 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur, et 13 à 14 po. de largeur. Il eſt clair que la ligne du pont *U U' U''* (*fig.* 14.) en doit régler la place. On ſait que c'eſt la ligne du deſſus des baux; ainſi, ſi ces baux devoient porter à plat ſur ces ſerres, comme ils ont 15 po. d'épaiſſeur, il faudroit que Pl. V.

le trait qui doit marquer le can ſupérieur de la ſerre fût conſtamment à 15 po. en contre-bas ; mais comme on y pratique une entaille du tiers de l'épaiſſeur du bau, dont nous parlerons quand il ſera queſtion de l'établiſſement des ponts, on ne prend que 10 po. ſur la cale pour le tracé de cette ſerre.

Quelques auteurs appellent la ſerre ſupérieure (celle dont nous parlons dans le moment) ſimplement bauquière ; ce ſont celles en deſſous qu'ils nomment ſerres bauquières : nous déſignons celles-ci par le nom de ſous-ſerres.

II.

Du Tracé & des Dimenſions des Serres & Vaigres.

Le tracé des ſerres bauquières ſuppoſe donc celui des lignes de pont. On emploie communément pour cette opération des moyens trop mécaniques & trop peu exacts, pour que nous nous amuſions à les décrire. Qu'eſt-ce qu'un cordeau que l'on tend de l'étrave à l'étambot, & dont on prend la courbure que peut lui donner ſon propre poids ; pour la tonture du pont? On y ſuſpend d'ailleurs quelques pelotons de ligne pour le faire courber de l'avant & de l'arrière, & cela fort arbitrairement : ce procédé donne des angles. A notre avis il faut tracer exactement ces lignes de pont ſur ſon plan, en rapporter les hauteurs ſur tous les couples du vertical tracé à la ſalle, de là ſur les gabarits carrément, & enfin ſur les couples de levées. On dit que cela ne donnera pas bien ; cela donnera bien ſi le plan & le tracé ſont exacts ; ſi la marque des ponts

eſt rapportée ſur chaque couple de levée en dedans bien carrément ; ſi dans l'exécution on a bien conſervé la forme de ſon vaiſſeau; ſi l'on a balancé, perpigné exactement, d'ailleurs ſi l'on a fait une vérification pour s'aſſurer que les varangues plates n'aient pas, par la peſanteur du couple, perdu quelque choſe de leur acculement; ce qui ſe peut opérer en prenant ſur ſon plan la hauteur des planches d'ouverture à la rablure de la quille, & en reconnoiſſant ſi la même hauteur ſe trouve dans l'exécution. Lorſque cela n'eſt pas, on force ſur les accores de fond. Nous ſavons bien qu'il faut plus creuſer ces lignes de pont, ainſi que les préceintes de l'avant & de l'arrière, que ne le ſeroit la ligne donnée par l'arc du conſtructeur d'un ſeul trait, à cauſe de la hanche du vaiſſeau, & ſurtout de ſon épaule; mais il n'y a pas d'inconvénient à cela : il faut conſerver, une fois pour toutes, les ordonnées d'une courbure qui ſoit agréable à l'œil. Feu M. Olivier, à l'égard des préceintes (ce qui eſt la partie principale quant à l'agrément, parce qu'elle eſt la plus en vue), donne une règle dont on peut prendre connoiſſance dans le premier Tome, page 109.

C'eſt donc en employant cette règle ou une équivalente, que l'on doit tracer ces ſortes de lignes ſur ſon plan d'exécution, pour les avoir ſur les couples de levées : ce qui peut coûter deux minutes de ſoin dans le cabinet de l'ingénieur, coûte un demi-jour du travail d'une douzaine d'hommes dans le vaiſſeau, ſans compter la misère de tout ce tâtonnement.

Afin de n'être point embarraſſé de rapporter la ligne du pont du dehors du couple au dedans, le gabarit étant ſur la partie du vertical qui a ſervi à le tracer, il faut du

trait extérieur où eſt marquée cette ligne de pont, tirer ſur ce gabarit une perpendiculaire à la ligne du milieu. Cette perpendiculaire, tracée ſur le gabarit comme le ſont les obliquités des liſſes, met à même d'avoir ſur le couple
Pl. XXVII. un trait tel que $U\,U'$ (*fig.* 44'.) qui nous donne en dedans la hauteur U' demandée.

Ces précautions ne diſpenſent pas de tendre un filin par tous ces traits ſur le flanc du navire, de l'étrave à l'étambot, pour vérifier ſi la courbure eſt régulière; ne fût-ce que pour voir ſi quelques couples ne ſe feroient point affaiſſés par leur propre poids : ce filin eſt contenu à chaque couple par un clou en deſſus, un en deſſous qui le maintienne à bord en ſe croiſant en croix de Saint-André : on embellit cette courbe, c'eſt-à-dire que tant qu'elle ne paroît défectueuſe que d'une quantité que l'on peut corriger par le mouvement des clous, ſans les déplanter, on la rectifie ainſi; mais s'il falloit changer les clous de poſition, il y auroit lieu de ſe défier de celle des couples, & il ſeroit bon de toucher aux accores de fond, comme nous l'avons dit.

Le premier pont tracé, on mène un autre trait à 10 po. au carré, en deſſous, il marque le can ſupérieur de la ſerre; enſuite on trace trois autres traits, diſtants de celui-là & entr'eux de 13 à 14 po., au courant des gabariages; ils déterminent la place de la ſerre & des trois ſous-ſerres. La ſerre a 7 po. ½ d'épaiſſeur à ſon lit ſupérieur, & 6 po. ½ à celui d'en-bas; les trois tours en deſſous diminuent chacun de trois quarts de po., en ſorte que le troiſième a 6 po. au can d'en-bas; enſuite la diminution du vaigre eſt de demi-pouce, juſqu'à celui de point qui a 4 pouces.

Nous parlons de trois rangs de ſous-ferres, parce que c'eſt ſur les ferres du premier pont que nous faiſons notre deſcription : comme elle convient aux ferres des autres ponts, pour n'y point revenir, nous obſervons ici que celles du ſecond pont ayant 6 po. au lit d'en-haut & 4 po. $\frac{1}{2}$ ſeulement au lit d'en-bas (voyez le *devis*, page 66), elles doivent conſerver leur épaiſſeur juſqu'à la moitié de la laiſe de la pièce, d'où elles diminuent juſqu'aux 4 po. $\frac{1}{2}$ en queſtion, par une eſpèce de chanfrein allongé.

C'eſt ſur ce chanfrein que ſe trouve la ſaillie demi-circulaire formée par la pièce, qui y demeure de ſon épaiſſeur, laquelle ſaillie eſt deſtinée à recevoir la tranche du canon lorſqu'il eſt à la ferre ; il y en a une au-deſſus de chaque ſabord de la ſeconde batterie : elle s'appelle *fronteau de volée.*

Les quatre tours de ferres du premier pont conſervent leur largeur de l'arrière à l'avant, en ſorte qu'il reſte à vaigrer entre ces ferres & celles d'empature, un eſpace en côte de melon, pour lequel les vaigres diminuant de largeur, de deux tours on n'en fait qu'un dès que leur largeur réduite peut le permettre, en pratiquant un adent dans l'un & émouſſant la pointe de l'autre, comme on peut le voir dans la *fig.* 42 : l'eſpace entre les ferres d'empature PL. XII. & la carlingue a la même *figure*, & on y ſuit le même procédé.

Il y a cependant une différence entre le vaigrage de ces deux eſpaces ; c'eſt que celui du fond ſe vaigre en plein, au lieu que l'on vaigre à claire-voie entre les ferres de pont & d'empature. Par exemple, dans notre vaiſſeau, il y a trois tours de vaigres de points contigus au-deſſus des

ſerres d'empature ; enſuite une maille d'un pied, ainſi que la laiſe de chaque vaigre; en cet endroit cette maille règne de la cloiſon de la foſſe aux câbles à celle des ſoutes à pain ; après deux tours de vaigres & une pareille maille, ſouvent on fait cette maille moindre.

On diviſe la hauteur ou la largeur des eſpaces à vaigrer, vers les maîtres, en parties égales, déterminées par la laiſe un pied que peuvent avoir les bordages & la maille, pour celui de ces eſpaces où on en doit laiſſer. Cette diviſion ſe fait enſuite de diſtance en diſtance, allant de l'avant & de l'arrière, obſervant la réunion des deux tours en un où cela eſt praticable. Par ces diviſions on fait paſſer des traits à la craie ; ces lignes qui vont, comme on le conçoit, le long de la cale, ſervent de guide dans le vaigrage.

Pluſieurs conſtructeurs établiſſent leurs faux ponts ſur des ſerres bauquières ; cela peut faire une bonne liaiſon : le vaiſſeau ſur lequel nous nous exerçons eſt conſtruit ſuivant cet uſage. L'établiſſement de ces ſerres n'offre aucune difficulté ; on les trace à 5 pieds quelques pouces, pris carrément, en contre-bas de celles du premier pont, & d'ailleurs on ſe conduit comme nous l'avons dit. Celles de notre vaiſſeau ont 6 po. d'épaiſſeur.

Qu'il y ait une ſerre bauquière au faux pont, ou qu'il n'y en ait pas, on laiſſe une maille dans le vaigrage entre la ſous-ſerre inférieure du premier pont & la fourrure de gouttières du faux pont dans le premier cas, où le vaigre qui en tient la place dans l'autre. On force au ſurplus des garnitures de diſtance en diſtance entre ces mailles, pour que tout le vaigrage partage le faix du premier pont, de ſon artillerie, &c.

III.

Du Travail des Serres & Vaigres, & particulièrement des Pièces de Tour.

L'emplacement de chaque tour du revêtement intérieur pour la cale ainſi déterminé, le travail des pièces qui le compoſent, c'eſt-à-dire, des ſerres & vaigres, offre peu de difficultés, excepté pour les pièces de tour, dont nous allons parler. Les vaigres ſimples ne ſont que des bordages à travailler ſuivant le trait fait ſur les parois de la cale, & à appliquer en les forçant à prendre leur pli au moyen de l'appareil de bridoles & de coins que l'on connoît. Les procédés pour leur travail, & particulièrement pour s'en procurer l'équerrage, leur ſont communs avec les pièces de tour.

Dans les parties du vaiſſeau ſi courbes que le bordage de revêtement, ſoit intérieur (les vaigres) ſoit extérieur, ne puiſſe être aſſez plié pour s'y ranger, il faut employer des pièces qui aient naturellement la courbure néceſſaire ; on les appelle pièces de tour : il faut d'ailleurs qu'elles aient beaucoup de points (de dimenſions) pour trouver les équerrages, & ſurtout le devirage. Nous allons voir ce que c'eſt que ce devirage.

Soit la pièce de tour entre les deux $RPpr$, $R'P'p'r'$ (*fig.* XXXVII. (Pl. 38.) calquée ſur la *fig.* 37. Pl. 10.) déjà en place, à travailler ; il eſt queſtion de revêtir un $P\,R\,R'\,P'$ ſur la ſurface intérieure de la membrure, qui court depuis la barre du pont juſqu'au ſeptième couple arrière, où le can des bordages contigus $P\,R$, $P'\,R'$ forme une eſpèce d'encaiſſement : on auroit bien de la peine à trouver quelques moyens d'y appliquer un

bordage droit de quatre pouces d'épaiſſeur ; & quand il y en auroit on ne ſeroit pas diſpoſé à les employer dans les ports de l'état : il faut donc, pour remplir cet objet, ſe ſervir d'une pièce de tour & la travailler ſur un gabarit.

En appliquant les ſerres d'empature & les pièces de vaigre, on les laiſſe courir à la demande du bordage, ſans le forcer, dans le ſens de ſa plus grande largeur ; auſſi voit-on que les ſerres dites d'*empature*, ne ſuivent cependant pas leſdites empatures : ſi elles les ſuivoient elles ſe trouveroient, ou à-peu-près, dans un plan comme les liſſes ; mais leur laiſſant prendre leur cours naturel, il n'y a pas d'apparence qu'elles puiſſent ſe trouver dans aucun plan, non plus que les autres pièces de vaigres qu'elles dirigent en partie ; elles forment des courbes à doubles courbures.

Il faut donc déterminer un plan ſuivant lequel ſe travaillera le gabarit. Pour cela on tend une ligne repréſentée par la droite $P\,R$ d'une des extrémités à l'autre de celui des traits du can du vaigrage $P\,R\,r\,p$ qui touche la membrure ; ce trait eſt la courbe $P\,\pi\,R$. On met une équerre à l'équerre carrée ; on en poſe une des branches à toucher la ligne tendue, vers ſon milieu, & perpendiculairement à cette ligne l'autre branche ſur la membrure, perpendiculaire à un plan imaginé paſſer par cette ligne $P\,R$, ainſi que par la courbe ſur la face de la membrure déterminée par les points $P\,R$ & celui de l'angle de l'équerre. Il faut ſe procurer cette courbe : pour cela, ayant marqué un point à l'angle d'équerre, d'un œil on le bornoie avec la ligne tendue, c'eſt-à-dire qu'on ſe place de manière que la ligne intercepte la vue du point ; on en fait marquer une quantité d'autres avec la même

propriété

propriété d'être tous en même temps que le premier interceptés par la ligne : par tous ces points on fait passer un trait ; c'est suivant ce trait qu'on travaille ce gabarit, d'ailleurs de la manière que nous avons enseignée.

Ce gabarit donne le contour de la pièce uniquement pour le trait sur lequel il a été fait : ce n'est qu'au moyen d'une certaine quantité de lignes transversales, tirées ou imaginées dans l'emplacement de la pièce sur la surface de la membrure, qu'on peut déterminer celle de la surface de la pièce de tour qui y doit être appliquée. On nomme devirage la différence d'obliquité avec un plan constant (tel, par exemple, qu'un plan horizontal), qui s'observe dans le mouvement de la transversale ou de l'ordonnée du bordage de l'arrière à l'avant, tournant sur son abscisse pour prendre la quantité infinie d'obliquité qui lui est propre (lequel mouvement forme la surface du bordage).

Pour saisir aisément l'idée de ce devirage, considérez une grande longueur de virure $U\,\nu$ prolongée (*fig.* XIII.); vous y remarquerez la différence d'obliquité du trait transversal $U\,U'$ du bordage, avec celui par exemple $\nu\,\nu'$: tous les degrés infiniment petits du mouvement de ce trait $\nu\,\nu'$ pour parvenir en $U\,U'$ & produire la surface adjacente du bordage, varient son obliquité & forment le devirage en question. Ce devirage seroit encore plus sensible entre la fausse lisse & la première, où la transversale, de parallèle à-peu-près à l'horizon, devient presque verticale. Pl. XXXVIII.

A la transversale $\pi\,\pi'$ (*fig.* XXXVII.) au point déterminé par l'angle de l'équerre (à équerre carrée), la pièce tracée au Pl. XXXVIII.

moyen du gabarit ſur une de ſes faces planes bien dreſſées, doit être travaillée à angle droit : on applique ſur les autres tranſverſales dans des parallèles à $\pi\,\pi'$, une des branches de l'équerre, ſon angle au trait qui a ſervi à faire le gabarit, l'autre branche à toucher la ligne tendue $P\,R$ & poſée normalement à la courbe du gabarit ; ce procédé donne autant d'équerrages qu'il y a de tranſverſales ; on les porte ſur une tablette : ce ſont ces équerrages qui déterminent ce devirage.

La pièce bien dreſſée, comme il a été dit, ſur ſes faces planes ; le gabarit rapporté & le tracé fait ſur une d'elles, les points d'interſection de chaque tranſverſale avec le trait du gabarit marqués, on coche ces pièces ſuivant le devirage porté ſur la tablette, rapportant chaque équerrage à ſa tranſverſale. Nous ne nous appeſantirons pas ſur un procédé que l'on doit ſaiſir tout de ſuite, ce qui a été dit juſqu'ici bien conçu. Les extrémités des coches donnent des points ſur la face du droit oppoſée à celle où a été fait le tracé, par leſquels faiſant paſſer une courbe, il n'y a plus que le bois en dehors des traits à mettre en bas (*a*).

(*a*) Cette méthode, ſuffiſamment bonne dans la pratique, pèche un peu contre l'exactitude géométrique. La ligne élémentaire de la ſurface courbe du bordage devirant dans ſon mouvement ſelon ſon gabarit projeté par la droite $P\,\pi'\,R$, ne laiſſe à ce bordage la figure dudit gabarit que dans ſon plan ; & on travaille comme s'il étoit dans un plan qui lui fût parallèle, & par conſéquent à la droite $P\,\pi'\,R$, mais qui paſſât par π. Or ce dernier gabarit offriroit quelque différence, puiſque le devirage qui détermine la courbure ſur la face oppoſée, ſe fait ſentir ſur celle en ſens contraire, à la vérité d'une manière inſenſible, tant que l'eſpèce de flèche $\pi\,\pi'$ ſera une quantité de peu de conſéquence : s'il en étoit autrement, il faudroit faire l'opération que nous venons de preſcrire, ſur la ligne $p''\,\pi\,r''$ & ſur le vaigre, au lieu de la

Il y a encore deux façons à donner à la pièce; ſavoir, 1°. celle de la travailler de largeur, &, à cet égard, bien exactement ſelon les traits $P\pi R$ & $P'\pi''R'$, de manière à aller en place ſans être forcée: 2°. ſuivant les équerrages de la ſorte d'encaiſſement qu'elle doit remplir, c'eſt-à-dire ceux des vaigres contigus avec la membrure. Ce ſont les façons qui ſont ſouvent néceſſaires auſſi, comme nous l'avons dit pour les bordages droits.

Pour remplir le premier de ces objets, on poſe une règle aſſez mince dans un ſens pour être pliante, mais qui ait quelque largeur dans l'autre : on applique cette règle, dis je, ſur la membrure le long de l'eſpace $P\,R\,R'\,P'$, avec l'attention de lui laiſſer ſuivre ſon cours naturel ſelon ſa largeur; on tire une ligne le long de l'un des cans de cette règle; & cette ligne conſidérée comme une ſorte d'abſciſſe, on y mène une quantité d'ordonnées ou de tranſverſales à des diſtances déterminées & rapportées ſur la règle. On l'applique ſur le dos de la pièce y faiſant le tracé (l'abſciſſe) que la règle donne, & par chaque point qui y ſont marqués on fait paſſer les ordonnées, qu'il ne s'agit que de déterminer de grandeur en les relevant ſur la face de la place à vaigrer : on fait paſſer des traits par l'extrémité de ces ordonnées. On ſent que la règle doit être poſée de manière à laiſſer ce qu'il faut pour leſdites ordonnées & les équerrages.

faire ſur la membrure: mais il faudroit que la flèche $\pi\,\pi'$ fût aſſez conſidérable pour inquiéter ſur la préciſion du procédé; car ſi c'eſt dans la conſtruction qu'on a cette pièce de tour à mettre en place, le vaigrage ne ſe parant que quand il eſt fini, il pourroit arriver que quelques défauts dans les épaiſſeurs des pièces contiguës, donnaſſent plus d'inexactitude que la méthode uſitée.

Il reſte enfin à rapporter le long de ces traits ces équerrages des bordages contigus; on ſait le procédé qu'il faut employer pour cela, ainſi que pour mettre la pièce d'épaiſſeur.

CHAPITRE II.

Travail particulier des Serre-Bauquières, Fourrures de Gouttières, Hiloires, ainſi que des Baux & de leur miſe en place.

Les procédés pour travailler les ſerres & les vaigres entre les ponts ou des murailles, ne diffèrent de ceux que nous venons d'enſeigner qu'en ce qu'ils ſont beaucoup plus ſimples; il y a cependant une particularité dans l'aſſemblage des pièces qui forment la virure des ſerres dont nous n'avons pas parlé, non plus que des entailles des baux qu'elle reçoit; c'eſt la matière du premier Paragraphe. Il nous reſte auſſi à faire quelqu'obſervation ſur le bouge desdits baux: c'eſt le ſujet du ſecond. Dans les troiſième & quatrième nous enſeignons à déterminer leur longueur, l'équerrage de leurs extrémités, le travail de leur queue d'hyronde & de leur miſe en place; dans le cinquième nous diſons d'abondant quelque choſe ſur les fourrures de gouttières, gourtières & hiloires.

Quant à la manière d'eſpacer les baux, ſoit de l'arrière à l'avant, ſoit en hauteur, & à leur liaiſon, ce ſont des objets ſur leſquels nous nous ſommes ſuffiſamment étendus dans le premier Tome. Tranquilliſons cependant ſur ce que nous avons eſpacé également les baux en arrière

du mât d'artimon, quoiqu'il y ait là une écoutille pour aller aux ſoutes à poudre & une autre pour deſcendre dans la ſoute de rechange du maître canonnier dont nous avons parlé dans le premier Tome : ce ne ſont que des écoutillons, pour l'ouverture deſquels la diſtance égale des baux offre aſſez d'eſpace.

Nous parlerons dans la troiſième Partie du procédé pour les mettre à bord.

Les diſtances en hauteur ſont données par les lignes de pont ; & pour ce qui concerne le faux pont, on a vu dans le devis du charpentage, que les baux du faux pont ont un pied d'équarriſſage. La diſtance verticale du deſſus des faux baux au deſſus des baux du premier pont, doit être de 6 pi. & quelques pouces.

Finiſſons ce préambule par une obſervation ſur les courbes de fer que nous avons décrites page 70 du Tome premier. Leur arc-boutant ne laiſſe pas que d'être embarraſſant : au ſurplus, le plus grand inconvénient des courbes de fer, à notre avis, c'eſt que les chevilles ne pouvant jamais y être forcées comme dans le bois, il y a toujours dans leur chevillage une ſorte de jeu, ſans doute d'abord peu conſidérable, mais qui, multiplié par la maſſe énorme que les chevilles doivent lier, doit occaſionner une grande quantité de mouvement : elle agrandit les trous des chevilles, & augmente par-là la première cauſe du mal : cela préſente une progreſſion qui n'eſt pas capable de tranquilliſer ſur cette ſorte de liaiſon. Il y auroit peut-être quelques moyens d'employer beaucoup moins de courbes ; mais ce n'eſt pas ici le lieu de les diſcuter.

I.

Des Écarts des Serres des Baux & de leurs entailles.

Les pièces de ſerre-bauquières ne s'aſſemblent pas bout à bout, comme le font la plupart des bordages intérieurs & extérieurs; elles s'uniſſent par un écart plat ou vertical d'environ 3 pi. de longueur; ces écarts ſont à crocs ou à
Pl. XII dents. La *fig.* 40 qui repréſente un bout du lit ſupérieur de ces ſerres, fait voir en $A\,a\,b\,\beta\,a\,B$ la forme d'un deſdits écarts dont la projection eſt ponctuée dans la repréſentation de l'élévation de la ſerre (*fig.* 41.): $a\,A$ en eſt une des extrémités, $b\,\beta$ l'adent, $B\,a$ l'autre extrémité.

On voit de plus dans la *fig.* 40 la projection $Q\,Y\,y\,q$ de la queue d'hyronde qui doit recevoir l'extrémité du bau. On conçoit que ſa plus grande largeur $Y\,y$ doit être du côté de la membrure; $Q\,Y\,y\,q$ (*fig.* 41.) eſt la profondeur de cette entaille; $X\,P\,Q\,Y\,y\,q\,p\,x$ eſt une coupe du bau, au ras de la ſurface intérieure de la ſerre, c'eſt-à-dire à l'étranglement de la queue d'hyronde. Cette queue d'hyronde contribue à empêcher le bau de ſortir de la ſerre. Mais il y a d'autres liaiſons dont nous parlerons bientôt, ſur leſquelles on peut faire plus de fond.

II.

Du Bouge des Baux.

Les baux ont du bouge ou une courbure qui doit ſuivre la même loi que celui vertical de la liſſe d'hourdi dont nous parlons au Paragraphe ſix du Chapitre premier de

la troiſième Section de la première Partie, page 50 & ſuivante. Il faut travailler un gabarit pour le maître ou celui de ces baux qui a le plus de longueur, ſuivant ce que nous en avons enſeigné dans ce Paragraphe : ce gabarit ſert pour tous les autres baux, en y marquant un trait au milieu de ſa longueur, ſur lequel on rapporte le milieu de chaque bau à gabarier. Il doit être de 2 pouces à 2 po. & demi d'épaiſſeur, & fait en chêne.

III.

De la Longueur des Baux & de l'Équerrage de leurs extrémités.

Les baux doivent être mis parfaitement à leur longueur, priſe à leur place ſur le vaiſſeau, avec des règles plutôt qu'avec un cordeau : leurs extrémités d'équerrages, car il faut remarquer qu'ils ont preſque toujours, exactement parlant, autant de différentes longueurs que d'arêtes longitudinales, ou ſelon la largeur du vaiſſeau, les équerrages verticaux & horizontaux, déterminent ces longueurs.

IV.

Du Travail des Queues d'Hyronde des Baux, ou de leurs Serres & de leur miſe en place.

On a vu comme les baux s'aſſemblent à queue d'hyronde avec leurs ſerres; celles du premier pont s'établiſſent avant les baux, parce qu'à cette hauteur les flancs du vaiſſeau, ſi le fort eſt bien placé, doivent converger du haut en bas; on y travaille les entailles à queue d'hyronde, ſur leſquelles

amenant les baux, leurs extrémités bien exactement entre les traits verticaux qui déterminent leur place, on trace la queue d'hyronde ſuivant l'entaille: il en eſt autrement des baux du ſecond pont que l'on met d'abord à leur place, les queues d'hyronde étant travaillées; enſuite les ſerres étant prêtes, aux entailles près, on les hiſſe ſous les baux entre les traits qui déterminent leur emplacement ſelon la longueur du vaiſſeau, & ce ſont alors les queues d'hyronde qui ſervent à tracer les entailles: la raiſon de la différence de ce procédé, c'eſt que les flancs qui convergent au premier pont divergent au ſecond. Il en eſt de même pour le troiſième pont des vaiſſeaux à trois batteries & pour les gaillards de tous bâtimens.

Les baux de ces ponts ſupérieurs ſont ſoutenus ainſi en l'air, au moyen de bouts de cabrions cloués ſur leurs faces avant & arrière, & ſur la face intérieure de la membrure, comme on voit dans les *fig.* X & XLIII. (Pl. XXXVIII.), calquées ſur les *fig.* 10 & 43 (Pl. 2 & 12). Le bau en ſa place $B\,B'\,b\,b'$ (*fig.* X.) bien à la hauteur de ſa ligne de pont $L\,P$ (*a*), reçoit ſur ſes faces avant & arrière les bouts de cabrions $c\,a$ coupés pour cela à ſifflet en c; ils y ſont cloués avec deux clous à la diſtance $c\,m$ (*fig.* XLIII.) de la membrure; les autres bouts de cabrions a à ſifflet ſur leur can, ſont cloués ſur la membrure. Ces bouts a ſont entr'eux à la diſtance $a\,a$ (*fig.* X).

Pl. II & XII. Pl. X.

(*a*) On ne ſe contente pas ordinairement de la ligne du pont pour arrêter les baux à leur hauteur; c'eſt l'uſage de prolonger une file de gabrions de long en long du vaiſſeau, dont une des arêtes du can inférieur eſt ſur cette ligne du pont. Ce can a d'ailleurs, avec la membrure, l'équerrage qui doit être entr'elle & la partie ſupérieure du bau.

Mais

Mais pour mettre ces baux à leur place, il faut qu'elle ſoit déterminée, & puis les amener à portée d'y être préſentés facilement, car on eſt obligé de le faire ſouvent pluſieurs fois: leur place a été fixée dans le premier Tome, page 63 & ſuivantes; nous avons dit que nous parlerions dans la troiſième Partie de leur miſe à bord.

V.

Procédé ſimple & Obſervations concernant les Fourrures de Gouttières, Goutières & Hiloires.

On a vu dans le premier Tome, page 80, que les entailles des fourrures de gouttières & gouttières ſe travailloient à queue d'hyronde pour y recevoir les extrémités des baux & les branches horizontales des courbes façonnées ſemblablement; lorſqu'elles ſont prêtes on les amène à leur place, on les y range bien exactement, & alors on y trace la figure des entailles ſelon les queues d'hyronde *Q H* (*fig.* 51.) & les talons des courbes. Pl. XIII.

On a fait voir pareillement dans le premier Tome, page 82, que les hiloires du milieu prenoient une courbure horizontale; on peut faire quelqu'opération analogue à celle par laquelle on détermine le bouge de la liſſe d'hourdi, &c. pour avoir des eſpaces moyens à tous les baux, ſur leſquels on régleroit avec une latte la courbure horizontale de l'avant à l'arrière; pour ſe rapprocher comme nous l'avons dit.

Juſqu'à préſent les hiloires avoient eu la même épaiſſeur, ou à-peu-près, que les gouttières, par conſéquent des entailles de même profondeur; même excédant de

bois en deſſous des bordages de point, dans lequel on chaſſoit des gournables de manière que la double virure faiſoit corps : aujourd'hui on propoſe de ſupprimer ces pièces de liaiſons, & on eſt parvenu au moins à en faire diminuer beaucoup de l'épaiſſeur. Il y a ſur cela, comme ſur preſque tous les objets de conſtruction, des raiſons pour & contre ; mais ce n'eſt pas ici le lieu de les diſcuter.

Les hiloires ſe travaillent ſur gabarit ou au moyen de la ligne à buquette dont nous parlerons quand nous ſerons rendus au bordage ſupérieur.

CHAPITRE III.

De quelques Méthodes pour régulariſer les Etambrais des Mâts majeurs, & la poſition du Beaupré.

Dans le Chapitre 7 de la ſeconde Section de la première Partie du premier Tome, on eſt entré dans un long détail concernant pluſieurs objets relatifs aux ponts, & en général au dedans du vaiſſeau ; nous n'avons rien à y ajouter, ſinon une méthode plus préciſe pour déterminer, 1°. la figure de l'étambrai des mâts majeurs ; 2°. l'emplacement du beaupré, ſon établiſſement dans ſa fourche, le pied dans ſes flaſques : c'eſt l'objet des deux Paragraphes ſuivans.

I.

Du Travail exact des Octogones : Etambrais des Mâts majeurs.

On ſait que pour que ces octogones fuſſent réguliers, il faudroit mener dans le carré $\Theta' \theta' \Theta' \theta'$ (*fig.* 51.) PL. XIII. les diagonales $\Theta' \Theta'$, $\theta' \theta'$, & faire au point d'interſection c de ces diagonales, des angles de 22 degrés ½ avec les rayons c Θ', c θ' de part & d'autre de ces lignes : cette opération donneroit ſur les baux & traverſins, les huit angles de l'octogone : enfin les côtés de l'octogone ſont aux côtés du carré comme 3826834 eſt à 10000000.

II.

De l'Établiſſement du Beaupré dans ſa Fourche, le pied dans ſes Flaſques.

On a décrit ces flaſques dans le premier Tome, pages 91 & 92 : c'eſt à cet aſſemblage de flaſques qu'aboutit le pied du beaupré, dont le plan de contact eſt une figure elliptique. Nous ne voyons point de méthode plus ſimple pour en déterminer l'emplacement, que de conſerver très-ſoigneuſement les hauteurs verticales du deſſous de ce mât relativement à la ligne du deſſous de la quille : ces hauteurs priſes ſur le plan, au trait de la rablure de l'étrave & au gabariage d'un des couples de l'avant, par exemple au ſixième ; pour notre vaiſſeau, l'une $H\,H'$ (*fig.* 9*.) eſt de 34 pi. 1 po., l'autre $h\,h'$ de 24 pi. 4 po. PL. XXI. Pour conſerver ces hauteurs, il faut les rapporter comme

on le voit ſur le tracé à la ſalle ; de là ſur les gabarits, & enſuite ſur les pièces. Le trait $h\,H$ détermine bien exactement la figure de la tête de l'étrave ; la direction de ce trait, non-ſeulement doit être portée ſur le gabarit, mais même il ſeroit bon, pour une plus exacte détermination, d'y clouer un bout de planchette pour le même effet
Pl. IV. que celle $x\,x'$, $y\,y'$ (*fig.* 22.) : cette planchette aſſureroit mieux l'inclinaiſon du beaupré relativement à l'étrave, & ſerviroit à le tracer ſur les faces latérales de cette pièce jointe à ſa contr'étrave. Il ne faut pas perdre de vue que la hauteur ayant été priſe au trait du milieu, & non à celui d'une des faces, cette hauteur y doit être de quelques pouces plus forte : de la différence $x\,x'$, à
Pl. XI & XXI. $y\,y'$ (*fig.* 34.). Ces traits dans la direction $h\,H$ (*fig.* 9*.) rapportés ſur chaque face de l'étrave & contr'étrave, mettront à même de tirer par leurs extrémités, en dedans de la contr'étrave & en dehors de l'étrave, des lignes au milieu deſquelles devroit paſſer exactement le deſſous du beaupré. Faiſant une coche du milieu de cette ligne ſur la partie concave, au milieu de celle de la partie convexe, de la
Pl. XI. profondeur $y\,y' - x\,x'$, on auroit, dis-je, une détermination aſſez exacte, en y appliquant le can d'une règle quel'on pourroit prolonger juſqu'aux flaſques ; mais la hauteur du beaupré rapportée ſtribord babord ſur le gabariage du 6 en dedans du vaiſſeau (on ſait comme cela ſe fait), cette hauteur donne une plus grande préciſion, en y tendant une ligne d'un bord à l'autre, ou mieux deux règles de 20 à 25 pi., dans l'alignement l'une de l'autre. La règle portant de partout ſur le fond de la coche de l'étrave, doit arraſer la droite formée par les deux règles latitudinales, et donner

un point certain du dessous du beaupré sur la ligne du milieu des flasques. On ne doit pas se trouver embarrassé de ce que le can inférieur de la règle passant par l'étrave, c'est l'extrémité x (*fig.* 9*.) de son can supérieur qui doit rencontrer toutes verticales & par conséquent les flasques; la moindre règle de charpentier alignée en $h\ r$ donne le point h. Pl. XXI.

Les sections du beaupré par des plans verticaux-latitudinaux, à cause de son inclinaison, sont des ellipses; on voit, soit par la trigonométrie, d'après cette inclinaison de 32 degrés & le diamètre du mât de 32 po. $\frac{1}{2}$; soit plus simplement par une ouverture de compas prise sur la perpendiculaire de l'étrave du trait du dessus au trait du dessous du beaupré: on voit, dis-je, par l'une de ces opérations, que le grand axe de cette ellipse est de 38 po. 3 à 4 lig. Je préfererois à la méthode de faire courir un gabarit de cercle représentant une coupe de beaupré le long de la règle dans la position du beaupré, celle de faire tout de suite un gabarit elliptique: cela n'est pas bien difficile: ayant fait le cercle (*fig.* 58'.) de 32 po. $\frac{1}{2}$ de diamètre ou de 16 po. $\frac{1}{4}$ de rayon, divisez celui $x\ x'$ en une certaine quantité de parties égales, en huit par exemple, par les points de division tirés des ordonnées à ce cercle: divisez pareillement la ligne $x'\ x''$ (*fig.* 34'.) de 38 po. 3 lig. en parties égales (en 16, le rayon étant divisé en 8) par tous les points de division tirés des perpendiculaires à $x'\ x''$; portez sur ces perpendiculaires de 1 en 1', de 3 en 3', de 7' en 7', les ordonnées 11, 33, 77 (*fig.* 58'.) chacune à chacune par les points x', 7', 5' &c. 5' 7' x'' (*fig.* 33.); faites passer une courbe, ce sera l'ellipse démandée: sa moitié au moins. Pl. XXIII. Pl. XI. Pl. XXIII. Pl. XI.

Posant le point x' de cette ellipse sur le point du dessous du beaupré marqué sur les flasques, son trait x' x'' sur le trait du milieu desdites flasques, il ne reste qu'à tracer l'ellipse dans laquelle devra être inscrit un rectangle pour l'entrée du tenon.

Pour la dernière exactitude, il faudra cependant faire attention que le diamètre du beaupré à son pied étant un peu moindre que celui au fort ou à la fourche, les axes de l'ellipse aux flasques doivent être réduits dans le rapport du grand diamètre au diamètre au pied, sans toutefois changer de centre, parce que communément on n'a pas attention à cette diminution dans le tracé sur le plan vertical-longitudinal des tronçons de mâts; les traits en conservent la plus grande largeur, & c'est d'un de ces traits qu'on a pris les hauteurs portées ci-dessus.

Pour se procurer ce diamètre au pied, il faut suivre l'instruction donnée dans le Traité de Mâture de M. Forfait, page 204 & suivantes.

TROISIÈME SECTION.

Du Travail des Bordages extérieurs, & particulièrement des Pièces de Tour.

Nous avons donné une description suffisante du revêtement extérieur dans le premier Tome, ainsi que de tous les procédés qui y ont rapport, excepté du travail des pièces de tour qu'on y emploie, & qui n'intéresse que l'homme du métier : nous allons en entretenir.

La tonture des préceintes réglée, si l'on veut d'après la

méthode de feu M. Olivier (*Voyez* page 109 du premier Tome); leur trait rapporté sur le dehors de la membrure, comme celui des ferre-bauquières l'a été au-dedans, & embelli avec le cordeau, *Voyez* ci-devant page 164, on les met en place & on paſſe au bordage de la carène, dont le travail des pièces de tour ſeul préſente des difficultés.

On a parlé dans la dernière Section, page 167, de la néceſſité de les employer au revêtement des parties du vaiſſeau qui offrent trop de courbure pour pouvoir entreprendre d'y appliquer du bordage droit; on y a décrit la manière d'appareiller & de travailler ces pièces pour l'intérieur du bâtiment. Ces opérations pour le revêtement extérieur ont les mêmes principes, & ne diffèrent en quelque choſe de celles déjà appliquées, que par la différente façon dont ſe repréſentent les parties à revêtir: c'eſt ce que nous ferons bientôt voir. Mais auparavant nous croyons devoir donner encore quelque extenſion à ce que nous avons dit du devirage dans cette dernière Section, page 167 & ſuivantes, qu'il eſt bon d'avoir ſous les yeux.

Nous avons conſidéré la ſurface comme produite par le mouvement d'une ligne; mais tous les élémens de Géométrie n'en donnant pas la définition d'après cette idée, ſans vouloir ici en faire un traité, nous nous permettrons d'y dire un mot ſur cette manière de préſenter la choſe, peut-être l'unique qui puiſſe être claire pour notre objet.

Une ligne eſt une ſuite de points, ou le mouvement d'un point forme une ligne; c'eſt à-dire que ſi vous avez un crayon bien affûté en pointe, le poſant ſur le papier

il marquera un point : en le faiſant mouvoir, les points ſe ſuccédant, formeront une ligne : voilà donc la ligne compoſée d'une ſuite de points, ou engendrée par le mouvement du point.

Si le crayon, au lieu d'être taillé en pointe, l'eſt en coin, ſon extrémité ne ſera plus un point, mais une ligne, ayant une longueur finie & bien ſenſible, formant une des arêtes, ou l'angle plan aigu du coin. Le poſant ſur le papier de façon qu'il y porte de toute cette extrémité, il y marquera une ligne. Si vous le faites mouvoir de manière que la ſuite de lignes produite par le mouvement continu de l'arête ſoit auſſi une ſuite de parallèles, ce mouvement engendrera une ſurface droite au moins dans un ſens; ainſi une ſurface eſt formée par le mouvement d'une ligne, ou eſt une ſuite de ligne.

Si la ſurface ſe trouve la ſuite de lignes toutes parallèles entr'elles, & dont le mouvement ſe ſoit fait ſelon une droite, alors ce ſera une ſurface plane & même parallélogramique. Si la ſuite des lignes parallèles provient du mouvement de celle génératrice ſelon une courbe, par exemple, ſelon une circonférence de cercle, elle formera la ſurface courbe d'un cylindre; ſelon une courbe elliptique, elle formera la ſurface courbe d'un priſme ayant une ellipſe pour baſe, &c.

Il y a après cela le mouvement d'une courbe ſelon une courbe, par exemple, celui d'une demi-circonférence de cercle tournant ſur ſon diamètre, ou qui ſe meut ſuivant la circonférence du même cercle; ce qui produit une ſurface de ſphère & une infinité d'autres d'une infinité de

de façons, que nous ne ſuivrons pas, parce qu'encore une fois cet Ouvrage n'eſt pas un Traité de Géométrie.

Nous arrêtant donc au point où nous en voulons venir, nous conſidérerons la ſurface de la pièce de tour qui doit s'appliquer ſur la membrure, ainſi que celle qui lui eſt oppoſée, comme une ſuite de lignes droites (la laize des bordages eſt aſſez peu conſidérable pour qu'on puiſſe enviſager comme droite la partie qu'elle recouvre). Le mouvement de la droite génératrice s'en fait ſuivant une courbe : ainſi, pour la pièce de tour $PRR'P'$ (*fig.* XXXVII.), que nous avons priſe pour exemple, le mouvement de la génératrice a eu lieu ſelon la courbure du gabarit. Cependant cette ſurface n'eſt dans aucun des cas dont nous avons parlé : elle eſt effectivement produite par le mouvement d'une ligne droite ſuivant une courbe : c'eſt effectivement une ſuite de lignes droites, mais qui, dans leur mouvement, n'ont pas conſervé le paralléliſme. Elles ſont demeurées dans une ſuite de plans parallèles entr'eux & perpendiculaires au plan de la courbe, mais dans leſquels elles ſe ſont écartées gradativement dudit paralléliſme : ce qui a formé le devirage. Pl. XXXVIII.

On voit que les opérations que l'on a décrites pour ſe procurer ce devirage, conſiſtent à déterminer un plan perpendiculaire à une des tranſverſales, ordonnées, ou lignes dont la ſuite produit la ſurface, & à prendre l'équerrage ou l'angle par rapport à ce plan d'une certaine quantité d'autres tranſverſales; c'eſt dans ce plan & ſur le trait de ſon interſection avec la ſurface à border que ſe travaille le gabarit. La pièce de tour reconnue convenable, étant bien dreſſée & de manière que ſes deux ſur-

faces planes ſoient parallèles, traçant le gabarit ſur l'une d'elles (de façon à laiſſer du bois où il conviendra pour le devirage), en imaginant par tous les points du tracé une infinité de perpendiculaires à cette face, elles détermineroient le trait du gabariage encore dans le bloc, dans le maſſif de la pièce. Il faut faire paſſer par les extrémités de ces perpendiculaires ſur l'autre face un trait qui ſera toujours celui du gabarit; on ſait comment cela ſe fait: on a les deux perpendiculaires ſur les extrémités de la pièce: elles déterminent la poſition du gabarit pour donner ce trait.

Les équerrages à chaque tranſverſale déterminée, qui donnent le devirage, ſe trouvant en maigre, ou formant des angles aigus, le can de la pièce oppoſée à l'ouverture des angles (d'après cette ſeule conſidération) formera des angles ouverts avec ces tranſverſales, puiſqu'ils ſeront les ſupplémens de ceux relevés; tant que cela ſe rencontre ainſi, on peut abattre du bois à équerre carrée depuis le trait du gabarit fait ſur ce can ou face du droit, juſqu'à celui imaginé dans la pièce; ou pour déterminer celui-ci, on fait un trait ſur une des faces du tour dans le plan duquel doit ſe trouver ce gabariage: on hache du bois juſqu'à ce plan.

Mais le devirage tel qu'il eſt relevé ſe trouvant en gras, ſi on hachoit du bois ſelon le gabariage tracé ſur le can ou la face oppoſée à l'ouverture des angles que ce devirage forme, on conçoit qu'il en manqueroit lorſqu'on voudroit définitivement travailler la pièce. Dans ce cas, c'eſt ſur la face du côté de l'angle qu'il faut travailler la pièce à équerre carrée ſelon le tracé du gabariage, toujours

juſqu'au plan du trait mené ſur le dos ou bien dans la concavité de cette pièce.

Au moyen de cette opération le trait réel du gabariage eſt découvert, & on y peut rapporter les angles du devirage & leur ſupplément.

Cette préciſion qui nous a déjà occupés dans la note page 170, n'eſt pas une ſubtilité, quoique le cas où il pourroit être dangereux de n'y avoir point d'égard ſoit très-rare, & cela parce que la corde $P\,R$ (*fig.* XXXVII.), projection du plan ſur lequel ſe prend le devirage, ordinairement s'écarte peu de la courbe très-alongée $P\,\pi\,R$, projection du can de la pièce; la flèche $\pi\,\pi'$ communément fort petite, donne ſeulement alors dans la négligence une quantité qui peut être conſidérée comme infiniment petite; auſſi eſt-ce l'uſage de ne travailler le devirage que d'un côté: mais il ne faut pas moins entendre bien la queſtion; car s'il eſt pardonnable au charpentier d'être induit en erreur par des cas particuliers, cela ne peut être permis à des ingénieurs, ou à des perſonnes dans le cas de réfléchir plus profondément.

Il eſt ordinairement facile dans le dedans du vaiſſeau, qui n'offre guère que des parties concaves à revêtir, de tendre une ligne de la façon que nous l'avons preſcrit, le long de l'eſpace à border, qui ſerve à déterminer le plan où ſe rapporte le devirage; & d'un autre côté il ſeroit difficile de s'y placer de manière à pouvoir bornoyer les branches d'équerre comme nous l'allons enſeigner. En dehors ou dans tous les endroits qui préſentent de la convexité, on ne peut tendre une ligne d'une manière analogue, puiſqu'elle forme une corde; c'eſt pourquoi on la

fait tangente à l'une des extrémités, & on la dirige de manière que l'on puiſſe en même temps s'en ſervir à bornoyer l'autre extrémité & placer au milieu l'équerre (miſe à l'équerre carrée), comme il a été preſcrit : une des branches ſur la tranſverſale du milieu de la place à border, l'autre à toucher la ligne : le point donné par l'angle doit ſe trouver intercepté par la ligne en même temps que celui de l'extrémité oppoſée au point tangent : on porte une certaine quantité de points aſſujétis à la même condition, qui ſervent à mener le trait du gabariage de la pièce.

Mais la ligne tangente s'éloignant beaucoup du point de l'emplacement à border vers ſon extrémité oppoſée au point tangent, ſurtout ſi la place à border a une grande courbure, il ſeroit difficile de rapporter la branche d'équerre qui doit déterminer le devirage, à cette extrémité de la ligne : cette branche n'auroit pas aſſez de longueur ; c'eſt pourquoi on ſe contente de bornoyer alors la branche de l'équerre carrée qui, placée au milieu de la ligne, où l'écart n'eſt pas encore trop conſidérable, la touchoit lorſqu'elle étoit tendue ; on la bornoie, dis-je, avec la branche d'une ſeconde équerre dont l'autre branche eſt ſur la tranſverſale voiſine : cela détermine cet angle du devirage à cette tranſverſale ; on paſſe à la tranſverſale ſuivante, où l'on place encore une autre équerre, avec laquelle on bornoie celle-là. Ayant toujours ainſi deux équerres en jeu : un charpentier contenant ſeulement celle qui doit guider, celui-qui opère emploie la ſeconde : on voit que cette méthode donne également le devirage.

On emploie communément auſſi une autre méthode

pour déterminer les largeurs de la ſurface de la pièce qui doit porter ſur la membrure, & la figure de ſes côtés. Ici on a de la convexité, qu'il eſt toujours poſſible d'envelopper par une ligne; on préfère ce moyen à celui de la règle, d'autant plus volontiers qu'il offre une manière fort ſimple de ſe procurer une eſpèce de gabarit de cette ſurface. Ayant donc tendu une ligne, comme on auroit pu placer une règle (avec l'attention de la manier de diſtance en diſtance, pour obvier à l'inconvénient du frottement qui pourroit l'empêcher de ſe placer ſelon la ligne la plus courte d'une de ſes extrémités à l'autre, qu'elle doit ſans cela déterminer naturellement), on coupe de petits bouts de bois un peu plus gros qu'une plume, appelés buquettes, de la longueur de chaque tranſverſale déterminée; ils doivent couper la ligne à angle droit; rapportant chaque buquette ſur ſa tranſverſale, on y fait une coche à ſon interſection avec la ligne; on fait auſſi des marques ſur ſa ligne à tous ces points d'interſection avec les tranſverſales: enlevée de ſa place, on la détort un peu à toutes ces marques pour y introduire les buquettes; la ligne ainſi armée de ſes buquettes eſt repréſentée derechef ſur la face à border, pour voir ſi tout va bien: on conçoit alors combien l'uſage en eſt aiſé pour travailler la ſurface de la pièce. Chaque buquette a une tête & une pointe, pour que l'on puiſſe toujours reconnoître comme elles doivent être poſées: on voit que la ligne eſt une abſciſſe, & les buquettes des ordonnées.

On emploie les lignes à buquettes pour tout le bordage ſimple comme pour les pièces de tour.

Dans les endroits où l'on peut ſe diſpenſer d'employer des pièces de tour, quoique le bordage droit ne puiſſe s'y ranger ſans être plié de force, on y parvient au moyen de bridoles & de coins que nous avons fait connoître.

TROISIÈME PARTIE.

Détails particuliers & Moyens de Vérification relativement à la miſe en place des parties intégrantes du Vaiſſeau.

On a en quelque façon préſenté dans la troiſième Partie du premier Tome, le ſpectacle de la miſe en place des différentes parties du vaiſſeau; maintenant il faut, pour les perſonnes deſtinées à la conſtruction, des détails plus particuliers d'opérations pratiques, & principalement ſur les moyens de vérifier l'exécution de celles que nous avons décrites, auxquelles nous donnons ici quelqu'extenſion; ce qui fera la matière des ſept Chapitres ſuivans.

CHAPITRE PREMIER.

De la Vérification de la Poſition de l'Étrave.

On ne peut s'attendre que l'étrave miſe en place avec des palans, & maniée ſeulement avec des cordages, comme on l'a fait voir dans le premier Tome, page 171 & ſuivantes, ait pris bien exactement la poſition qui lui convient: pour la vérifier on mène un bout de ligne *L l* (*fig.* 11.)

Pl. III.

de chaque côté de l'étrave, le long du trait de la rablure de la quille, & que l'on prolonge de l'avant indéfiniment: il faut qu'elle ne faſſe qu'effleurer la quille & l'étrave, ſans forcer nulle part: la prolongation de ces deux lignes ſuivant cette condition, doit former deux parallèles, ayant partout entr'elles une diſtance égale à l'épaiſſeur de la quille & de l'étrave ſur le droit: elles ſont d'ailleurs dans ſa direction.

On cloue ſur chaque face de l'étrave, vers ſa tête, une planchette *m n* qui ſupporte un fil à plomb; chacune des lignes de ces deux aplombs raſant la face intérieure de la planchette, doit arraſer auſſi la partie intérieure des lignes *L l*, ou l'étrave n'eſt pas comme elle doit être, dans un plan vertical. L'aplomb d'un bord ne touchant pas la ligne *L l*, celui de l'autre forcera ſur celle qui eſt de ſon côté, & c'eſt de ce même côté que l'étrave a de l'inclinaiſon. Pour la redreſſer on frappe ſur les coins du pied des accores repréſentés à vue d'oiſeau en *C C* (*fig.* 11'.) toujours de ce côté, dégageant les coins de l'autre, c'eſt-à-dire les retirant un peu à meſure qu'il eſt néceſſaire; cette opération remet l'étrave dans ſa poſition verticale; car ſi l'on frappe ſur les coins du pied *p* ou *P* (*fig.* 11.) de l'accore *α β*, on conçoit que cela renvoie l'étrave du côté oppoſé. Parvenu par cette manœuvre à mettre l'étrave bien abſolument dans un plan vertical, on en peut vérifier l'élancement comme on a fait lorſqu'elle étoit couchée ſur le terrain [Voyez ci-devant page 74 & ſuivantes]. Ce n'eſt pas une affaire pour les charpentiers de monter à la tête de l'étrave, afin d'y attacher leur ligne, & généralement le long des accores pour quelque travail que ce ſoit; ils le font même avec beau-

coup de facilité en plantant des clous à taquets le long de leurs faces latérales : ils leur ſervent d'échelons. Si l'on trouvoit quelque choſe de plus que l'élancement indiqué par le devis, ou le plan, on y remédieroit en forçant ſur les coins de l'accore de l'avant; ſi au contraire il manquoit quelque choſe à l'élancement, on moliroit les mêmes coins.

On comprend que ces accores s'élèvent à leurs places avec des palans frappés ſur les bigues; c'eſt auſſi avec un de ces palans, ordinairement celui zz' qui étoit amarré à la pièce inférieure de l'étrave, qu'on élève la pièce inférieure de la contr'étrave qui ne doit ſe mettre en place qu'après coup; elle double l'écart de l'étrave & du brion, & va elle-même écarver en s avec la pièce de l'avant de la contre-quille.

CHAPITRE SECOND.

De la Diſtribution des Couples ſur l'œuvre.

La diſtribution des couples ſe fait ſur la quille & l'étrave, conformément à la détermination qui en eſt donnée dans le devis de conſtruction, Chapitre premier de la deuxième Section de la première Partie, page 12; les 6 & 7 avant ont dû être marqués, ainſi que la perpendiculaire, ſur le gabarit de l'étrave, & avoir été rapportés ſur les pièces aſſemblées; ce qui a été facile, puiſque ces ſixième & ſeptième couples ſont projetés ſur le tracé de l'étrave. *Voyez* le deuxième Paragraphe du Chapitre premier de la troiſième Section de la première Partie, page 39 : du 6 donc, duquel on trouve le trait ſur la partie droite du brion,

brion, on prend une distance de 10 pi. 1 po. sur la quille vers l'arrière, où on fait un autre trait pour le cinq, & ainsi successivement toujours les mêmes distances jusqu'au maître-avant; là on prend une distance de 12 pi. pour avoir le trait du maître-arrière; & ensuite toujours 10 pi. 1 po. jusqu'au 7 arrière. Du 7 arrière 13 pi. 10 po. pour avoir la perpendiculaire de l'étambot. Tous ces traits sont rapportés sur la contr'étrave, la contre-quille & les massifs qui peuvent la couvrir.

CHAPITRE TROISIÈME.

Du Perpignage du maître couple réglant la position des autres.

Pour établir le premier couple que l'on élève dans la situation qu'il doit avoir, on tend une ligne, d'un point déterminé des dedans du gabariage de l'allonge, proche de sa tête, par exemple du point λ (*fig.* 44'.), à un point Pl. XXVII. déterminé du trait du milieu de la contre-quille, qui doit régner dans toute sa longueur, & dans un éloignement assez considérable du plan du gabariage du couple; on vérifie si le point du gabariage de l'allonge de l'autre bord, semblablement placé, est à la même distance du point déterminé sur la contre-quille; si cela est, il est prouvé que le plan du gabariage est perpendiculaire au plan de la quille et de l'étrave, ou au plan vertical longitudinal, mais non pas qu'il soit perpendiculaire à la quille, comme cela se doit; ainsi il faut prendre la même distance sur le trait du milieu de la contre-quille, du côté opposé à celui

où a été priſe la première : du côté de l'avant, par exemple, ſi elle a été d'abord priſe de celui de l'arrière. Le point que cette opération, appelée *perpignage*, détermine, doit être à une diſtance de ceux de ſtribord & babord du gabariage des allonges, égale à celle trouvée pour l'arrière (*a*). Il n'eſt guère poſſible que l'on rencontre cette préciſion tout de ſuite ; mais on y parvient en forçant les coins de pied d'accores, d'un côté, larguant ceux du côté oppoſé comme il convient ; procédé dont on doit concevoir l'effet, après avoir lu ce que nous avons dit concernant l'étrave.

Il ſeroit plus exact de ſe ſervir d'une règle, au lieu d'employer une ligne, en en ſoutenant le milieu avec une gaule armée d'une petite fourche, pour empêcher l'arc que pourroit lui faire prendre ſa peſanteur. Cette opération faite avec ſoin & patience, donneroit la dernière préciſion, ſurtout ſi l'on balançoit le couple avec le grand compas, comme nous verrons bientôt qu'on le fait pour tous, lorſqu'ils ſont en place & liſſés.

Le premier couple mis en place dans un plan perpendiculaire à la quille, ſert de règle pour celui qui le ſuit ; celui-là pour celui d'après, &c. ; il n'eſt queſtion que d'établir les couples de manière que la diſtance entre leur gabariage à la tête des allonges, ſoit égale à leur diſtance au talon : par exemple ici, où ſuivant la diſtribution des couples, la diſtance de l'un à l'autre eſt 10 pi. 1 po., on peut avoir une règle de 10 pi. 1 po. de longueur, & obſerver

(*a*) On ſuppoſe que la contre-quille a la même hauteur à ces points de l'avant & de l'arrière ; s'il y avoit quelque différence, il faudroit y avoir égard.

s'il y a cette distance, au carré, à la tête de la deuxième allonge, du gabariage d'un couple à celui de l'autre : je dis *au carré :* ainsi, si la différence de largeur des deux couples que l'on vérifie est un peu considérable, il faut tendre une ligne à la tête des allonges du plus large, de stribord à babord, & c'est sur cette ligne (dans le gabariage) qu'on doit vérifier la distance : c'est, pour parler géométriquement, le côté d'un triangle rectangle dont l'hypothénuse est la distance au courant, entre les deux couples ; & l'autre, la demi-différence des largeurs à l'endroit où se fait l'opération. On parvient à assurer ces distances entre les couples au moyen des accores.

On voit que les charpentiers sont à tous momens dans le cas de se porter à la tête des allonges ; ils se font, comme nous l'avons déjà dit pour les accores, des marches en plantant des clous à taquets de distance en distance le long des couples.

On conçoit que le couple 7 se règle d'après sa distance au 6 ; mais il faut se rappeler l'observation relative à son pied, que nous avons faite page 24 du premier Tome.

On sent bien que l'on met successivement ces couples en place en faisant marcher les bigues par leur travers.

Pour empêcher que l'ébranlement dans le travail ne dérange en quelque chose la position où les maintiennent les accores, on les lie par en haut, en attendant qu'on lisse, avec des lattes ou bouts de croutes de chêne cloués sur les allonges.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Du Liſſage en cabrions & pièces de tour.

LORSQUE toutes ces parties qui forment le fond du vaiſſeau ſont bien en place, du maître-avant à l'étrave, on s'occupe du liſſage ; il ne faut pas oublier ce que c'eſt que les liſſes, ni perdre de vue ce que nous en avons dit :
Pl. I. ce ſont les pièces *L l* (*fig.* 1.) qui, croiſant les couples $\alpha\ \beta\ \gamma$, ceignent le vaiſſeau dans pluſieurs endroits & forment les courbes *5 l 5 V VL*, *4 l 4 IV IVL*, *&c.*
Pl. VI. (*fig.* 23.) giſant dans des plans, au moins pour la carène. Les points d'interſection de leur can ſupérieur avec le gabariage des couples, ſont marqués ſur chaque pièce de
Pl. I. membrure, comme on le voit en *f l* & 1e. *l* (*fig.* 15, 16 & 17.), & on les retrouve ſur les couples de levée. Il ne paroît donc être queſtion que d'appliquer ſur la membrure, en les faiſant paſſer par ces points, des pièces pliantes & de longueur, & de les y fixer ; on emploie pour cela des cabrions de ſap qui peuvent avoir cinq pouces d'équarriſſage ; afin de les faire plier, on les lie ſur un bout de bois rond, placé en dedans de la membrure, pour former une bridole, telle que celles que nous avons décrites pour l'aſſemblage des pièces de quille, page 70, & que l'on voit *fig.* 3 & 5 ; en frappant des coins entre les bouts de bois & la membrure, on fait joindre les liſſes, leſquelles, exactement ſur le point qui leur appartient, ſont arrêtées par un clou dans chacune des pièces de cette membrure ; il traverſe la liſſe, & pénètre juſqu'à la moitié de l'épaiſſeur de la pièce ; on fait ce clouage ſur *chaſ-*

ſetereau ou *chaſſèreau ;* c'eſt-à-dire que la tête du clou & la liſſe ſont interceptées par un petit bout de planche appelé *chaſſetereau :* on prend cette précaution pour pouvoir enlever facilement les liſſes, parce que, lorſqu'il s'agit de le faire, on fend le *chaſſetereau* avec une hache, &, ayant dégarni le clou, il reſte entre ſa tête & la liſſe un jour où il eſt aiſé d'introduire une pince pour enlever ce clou. Les liſſes clouées ſur le fond du vaiſſeau, on y met des accores dans la tête deſquelles ſont pratiqués des adents où ſont reçues les liſſes. Le bout d'accore *A* (*fig.* 15.) & la coupe *L* de la liſſe donnent une idée de cet établiſſement.

Les pièces de liſſes s'aſſemblent entr'elles par des écarts plats ſuivant leur hauteur, comme les pièces de quille, & d'environ 3 pieds, cloués de trois clous qui traverſent l'écart qui recouvre, & entrent juſqu'aux deux tiers de l'épaiſſeur de l'autre ; de plus ces écarts ſont fortifiés par des pièces de même longueur ſur le droit que la liſſe ; d'un peu moins d'épaiſſeur ; de 4 à 6 pieds de longueur. Elles les doublent ſur leur face extérieure, & y ſont clouées par des clous qui y pénètrent juſqu'aux deux tiers de leur épaiſſeur.

Si la courbure du vaiſſeau pouvoit permettre d'y appliquer partout des bois droits en les faiſant plier, nous n'aurions rien à ajouter à ce que nous venons de dire des liſſes ; leurs points d'aboutiſſement dans la rablure de l'étrave & de l'étambot ſont marqués, comme ceux d'interſection, ſur les couples ; ainſi on a tout ce qu'il faut pour ranger & arrêter celles dont l'arc n'eſt pas conſidérable. Mais où la courbure eſt grande, les cabrions ne ſont plus de miſe.

Conſidérons, par exemple, la partie de l'avant de la qua-
Pl. VI. trième liſſe *IVL IV* (*fig.* 23.); elle ne peut ſe faire qu'avec des bois tors ou pièces de tour. On les travaille ſur gabarit, équerrage, dévirage, objets des trois Paragraphes ſuivans.

I.

Du Gabariage des liſſes de tour.

Pl. XXIII. On en fait le gabarit *GA* (*fig.* 45'.), ſur lequel on rapporte les prolongations des traits de projection des couples 7 *L*, 6 *L*, 5 λ pour conſerver leurs ſituations relativement à la courbure de la liſſe, qui doivent guider dans la poſition d'une des branches de l'équerre dont on ſe ſervira pour déterminer l'équerrage; car cet équerrage de la liſſe eſt un angle, dans le plan du gabariage du couple, formé par le trait de ce gabariage [conſidéré comme une droite dans le petit eſpace de l'épaiſſeur de la liſſe], & la ligne de l'interſection du plan du gabariage avec le plan de la liſſe.

II.

De l'Equerrage des liſſes de tour.

Afin d'avoir cet équerrage, on prendra donc ſur le
Pl. XXXVIII. vertical (*fig.* XIII, ou XIII', à plus grand point, calquée ſur la *fig.* 13, Pl. IV.) l'angle ω 7 ⊥, pour celui de cette quatrième liſſe au 7 avant; ſemblablement l'angle ω 6 ⊥ pour l'équerrage au 6; l'angle ω 5 ⊥ pour l'équerrage au
Pl. XXIII. 5, &c. Ces équerrages ſe portent ſur le gabarit *fig.* 45'; ils y ſont marqués par les mêmes caractères.

Au moyen de ce gabarit on cherche la pièce, ou les pièces qui peuvent y convenir. On les travaille sur le droit, leur laissant plus de largeur dans ce sens qu'aux lisses droites, parce que, comme on va le voir, on est obligé de mettre encore du bois à bas dans ce sens. Après avoir travaillé la pièce sur le droit, je suppose qu'une seule suffise, on y remet le gabarit de façon à trouver du bois en dedans pour l'équerrage; car on voit bien que c'est son intérieur ou sa concavité qui est la partie intéressante; on trace le contour qu'il donne sur la face du droit, y rapportant aussi les traits l 7, L 6, λ 5; on fait des coches dans la pièce, jusqu'aux points qui reviennent à ceux 7, 6, 5 du gabarit; & d'abord d'une ouverture d'équerre ω 7 $\downarrow$, une de ses branches posées selon le trait 7 l, & l'autre dans une perpendiculaire à la face plane, on détermine & travaille le fond de la coche, & puis on en fait autant en L 6, ensuite en λ 5. On prend, si l'on veut, des équerrages intermédiaires pour avoir plus d'exactitude dans son opération; enfin l'on s'y conduit comme nous l'avons vu pour les pièces des couples, abattant le bois entre les coches & les lignes tracées sur les faces du droit: donnant à la pièce quelque chose de plus sur le tour qu'aux lisses droites, on en travaille le dehors, & alors elle est en état d'être appliquée à sa place.

III.

Du Dévirage des lisses de tour.

Cependant il y reste encore quelque chose à faire. Les bordages droits étant travaillés à équerre carrée, étant, pour parler géométriquement, des parallélipipèdes rec-

tangles, les sections qu'on y peut imaginer par les plans où gisent les gabariages des couples, sont des rectangles, dont une portion de ce gabariage, assez petite pour être considérée comme droite, forme un des côtés : la coupe
Pl. XXXVIII. $\omega \varphi \xi \downarrow$ (*fig.* XLIII, calquée sur la *fig.* 43, Pl. XII.) d'un bordage, par le plan où gît le gabariage du maître couple, fait avec la petite partie $\omega \downarrow$ du gabariage, les angles droits $\varphi \omega \downarrow$, $\xi \downarrow \omega$. Les pièces de tour faisant la prolongation des virures du bordage ordinaire, doivent former de pareils angles droits avec les gabariages; & comme les lisses servent de guide dans l'opération de border, il faut qu'elles donnent les mêmes angles droits : c'est ce que font naturellement celles formées de cabrions. Quant à celles de tour, après les avoir travaillées comme nous venons de l'expliquer, conservant l'arête de la partie intérieure du lit supérieur, & l'arête extérieure du lit inférieur, ainsi que les faces courbes du dehors & du dedans, on travaille les faces planes ou du droit à équerre carrée de cette manière : on met son équerre à angle droit, toujours dans un plan perpendiculaire à la face du droit; on pose une de ses branches sur une des faces courbes ou du tour; par exemple, d'abord sur celle concave & pour le couple 7; ainsi cette branche passant par le point qui revient à celui du gabarit,
Pl. XXIII. 7 (*fig.* 45.), l'autre branche va selon 7 *l*, & par conséquent touche la pièce au point qui revient à *l* : mais comme cette équerre est à angle droit, & que celui de la lisse est ouvert, il y a du jour en 7, entre la face du droit de la pièce & la branche de l'équerre qui va selon *l* 7; il faut faire une coche vers *l*, d'une profondeur égale à ce jour, & en travailler

travailler le fond ſelon *l* 7 à l'équerre carrée ou à angle droit. Pour rendre ceci plus ſenſible, conſidérons une ſection de cette liſſe par le plan du gabariage du 7 avant: cette coupe de liſſe, avant d'être miſe à angle droit, eſt repréſentée par le loſange ⏚ 7 ω ξ (*fig.* XIII, ou XIII′, Pl. calquée ſur la *fig.* 13, Pl. IV.); l'équerre, par conſéquent, diſpoſée comme nous l'avons dit, laiſſe un jour 77′ égal à ⏚ ⏚′; & il faut faire la coche de cette profondeur, & en travailler le fond ſelon 7 ⏚′. Après cela en plaçant l'équerre, une de ſes branches ſur la partie extérieure, & l'autre paſſant par le point ω, on voit qu'il y a pareillement une partie ω ω′ à cocher, & le fond de la coche ξ ω′ à travailler. Au moyen de quoi on réduit la ſection de la liſſe au carré 7 ⏚′ ξ ω′: on fait la même opération pour les traits 6 *L*, 5 λ (*fig.* 45′.). Il convient d'en Pl. XXIII. faire d'autres intermédiaires, comme nous l'avons expliqué ci-devant; & faiſant paſſer un trait par le fond des coches, ſur chaque face du tour, il ne reſte qu'à abattre le bois entre ces traits, le fond des coches & les arêtes qui ont été conſervées, les coches ſe réduiſant à rien.

CHAPITRE CINQUIÈME.

Du Balancement.

Dans les vaiſſeaux du rang de celui dont nous nous occupons, on balance d'abord les fonds, & après y avoir ajuſté les allonges, comme il eſt dit dans le premier Tome, page 177, on y place les planches d'ouverture; on échafaude & on balance l'enſemble des couples; c'eſt le ſujet des quatre Paragraphes ſuivans.

I.

Du Balancement des Fonds.

Les fonds de cette partie de l'avant du vaiſſeau ſur lequel nous nous exerçons, liſſés, on en fait un balancement préalable. Pour cela, en ſuppoſant le couple (*fig.* 44'.) élevé ſur la quille, on y place le grand compas dans un plan vertical, ſes pointes dans les mêmes coches où elles avoient été reçues quand le couple étoit couché ſur le terrain; du centre de ſa tête tombe un fil à-plomb, ou plutôt une ligne terminée par un plomb peſant, pointu, & dont la pointe ſe trouve preſque à effleurer la partie ſupérieure de la contre-quille. Si le couple ne baiſſe pas plus d'un côté que de l'autre, la pointe du plomb eſt ſur le trait du milieu de la contre-quille; s'il en eſt autrement, il faut le manœuvrer avec les accores, pour l'amener à ce degré de perfection. On ſait comment cela ſe fait.

PL. XXVII.

II.

De la Miſe en place des planches d'ouverture.

Les allonges élevées et chevillées à leur place (Voyez comme il vient d'être dit, page 177 du premier Tome), on hiſſe, toujours avec les palans des bigues, les planches d'ouverture, que l'on fixe définitivement en place, comme nous l'avons dit lorſque nous nous ſommes occupés de l'aſſemblage du couple ſur le terrain.

On procède de même à chaque couple; on liſſe, on ac-

core le fort. Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit concernant ces opérations.

III.

Des Echafaudages.

Cela fait, on échafaude, c'eſt-à-dire que l'on fixe ſolidement des traverſes, une des extrémités de chacune ſur les faces du droit des couples de levées, l'autre ſur des matéreaux mâtés à 5 ou 6 pieds du vaiſſeau, & ainſi tout autour; on jette des planches d'échafaudage ſur ces traverſes: on échafaude à pluſieurs étages, ſelon les hauteurs où l'on a à travailler. A la tête des matéreaux ſont frappés des palans que l'on trouve au beſoin.

IV.

Du Balancement de l'enſemble des couples.

On finit par balancer cette partie de l'avant, avant de paſſer à celle de l'arrière. Pour cet effet, on laiſſe tomber du trait du milieu de chaque planche d'ouverture, des à-plombs, dont la pointe du plomb touche preſque la contre-quille; ces plombs ont un trou à leur tête (un anneau ſeroit mieux), par lequel paſſe la ligne; elle eſt fixée par un de ſes bouts ſur la planche d'ouverture; on fait courir l'autre bout dans le trou du plomb, & on ne l'arrête que quand il ſe trouve bien à la hauteur convenable: très-près, ſans toucher la contre-quille. On ſe ſert encore du compas dont on arrange de même le fil à-plomb. On fait

une ſtation à chaque couple ; quatre hommes y portent le compas. Les plombs de ce compas, des règles du fort & du plat-bord, doivent tomber ſur la ligne du milieu de la contre-quille : ſi c'eſt dans l'à-plomb du compas qu'il y a quelqu'irrégularité, on frappe ſur les coins de l'accore du fond du côté vers lequel le plomb s'écarte, larguant ceux de l'autre bord : pour ramener les à-plombs du fort & du plat-bord ſur le trait du milieu, on force les accores du fort & intermédiaires, du côté où il s'en éloigne. Quand on a réglé un couple on paſſe à l'autre, et ainſi ſucceſſivement. Cette opération achevée & bien faite, tous ces fils à-plomb doivent être dans un même plan : c'eſt encore une vérification que de les bornoyer.

Les couples de l'arrière s'aſſemblent, ſe mettent en place, ſe liſſent, ſe balancent comme ceux de l'avant, toutefois ayant élevé l'arcaſſe en ſon lieu, comme il a été décrit page 177 du premier Tome, & ayant vérifié ſa poſition, &c. ce dont nous allons parler dans le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE SIXIÈME.

De la Vérification de la poſition de l'étambot & de l'arcaſſe ; des pièces de Charpente au-deſſous des barres ; du Chevillage après la miſe en place.

La méthode d'accorage, après avoir élevé l'arcaſſe en ſon lieu, ſelon ce que nous avons décrit dans le premier Tome, page 177 & ſuivantes, procure toute facilité pour vérifier la quête de l'étambot, balancer, perpigner ce ſyſtème. Il a à recevoir une courbe en deſſous du fourcat,

& eſt lié par un chevillage particulier ; c'eſt de ces vérifications & de ce dernier travail dont nous allons parler dans les cinq Paragraphes ſuivans.

I.

De la Vérification de la quête de l'étambot.

La vérification de la quête de l'étambot ſe fait abſolument comme on a vu que ſe faiſoit celle de l'élancement de l'étrave, avec une ligne tendue, repréſentant la perpendiculaire & une grande équerre N [*fig.* 9.]. La quête doit ſe trouver ſur la branche $R''B'$, comme s'eſt trouvé l'élancement : l'autre branche ſe confondant avec la ligne repréſentant la perpendiculaire. Cette perpendiculaire de l'étambot eſt, d'après le devis, à une diſtance de 26 pi. 6 po. 6 lig. du deſſus de la quille, ſur le trait extérieur de l'étambot, & la quête eſt de 2 pieds ; ſi dans la vérification on trouve davantage de quête que ces 2 pieds, on frappe ſur les coins des accores de l'arrière, moliſſant ceux de l'avant, *& vice verſa.* Pl. I.

I I.

Du Balancement de l'arcaſſe.

Le balancement ſe fait également d'une manière analogue à celui de l'étrave, en clouant à la tête de l'étambot des planchettes telles que celles $m\,n$ [*fig.* 11.] pour l'étrave, auxquelles doivent être amarrées des lignes à-plomb, qui doivent en raſer d'autres dans la direction des faces latérales de la quille : on ſait ce qu'il y a à faire pour amener le ſyſtème à cet à-plomb. Pl. III.

III.

Du Perpignage de l'arcaſſe.

Pour perpigner, on laiſſe tomber de deux points bien ſemblablement placés à chaque extrémité de la liſſe d'hourdy, des lignes à-plomb ; une par conſéquent du côté de ſtribord, l'autre de celui de babord, mettant le bout d'une règle, maintenue horizontalement, à une de ces lignes; ſon autre extrémité ſur le trait du milieu de la contre-quille ; cette règle déterminera ſur ce trait un point qui doit ſe trouver à la même diſtance, donnée par la longueur de la règle, de l'autre fil à-plomb : si la diſtance eſt plus grande, il faut de ce côté molir les coins des accores de l'avant, forcer ceux de l'arrière; et tout au contraire de l'autre bord : si la diſtance eſt moindre, on opère d'une manière oppoſée.

IV.

De la Courbe au-deſſous des barres ou courbes d'étambot.

Lorſqu'on eſt parvenu à l'exactitude néceſſaire, on lie l'étambot à la quille avec une courbe établie dans l'angle
Pl. IX. *P L u* (*fig.* 28.) appelée courbe d'étambot (Voyez cette
Pl. II & X. courbe *fig.* 10 & 32.); ſa branche le long de l'étambot doit être aſſez longue pour que ſon extrémité joigne l'oreiller du fourcat; il faut auſſi dans celle qui va ſelon la quille, le plus de longueur & de force qu'il eſt poſſible. Si cette pièce eſt auſſi belle qu'il eſt à déſirer, pour ſa grandeur & pour ſon gabarit, on écarve ſa branche de la quille, avec

la contre-quille, dont cette branche fait la prolongation; ſi la branche de l'étambot ſe trouvoit un peu courte, ou que l'angle de la courbe fût un peu trop ouvert, on prolongeroit la contre-quille, avec un maſſif qui devroit fournir à ſa jonction au contr'étambot, le plus de hauteur poſſible; on établiroit deſſus ce maſſif cette courbe, travaillant ſa place dans le maſſif, & touchant aux branches le moins qu'il ſe pourroit, afin de ne les point affoiblir.

V.

Du Chevillage après la miſe en place.

On cheville la courbe de l'étambot : ſa branche ſur la quille ou la contre-quille, avec des chevilles à grille de 15 pouces en 15 pouces qui traverſent cette branche, le maſſif, s'il y en a un, & pénètrent dans la quille juſqu'à trois pouces de ſon lit inférieur; la cheville, près le collet, va en biaiſant vers le talon du vaiſſeau; celle de l'extrémité de la branche eſt frappée verticalement; celles intermédiaires ont d'autant plus d'obliquité dans leur poſition, qu'elles avoiſinent davantage celles du collet. Ces chevilles doivent avoir 15 à 17 lignes à leur collet, & de 12 à 13 au petit bout, ſuivant leur longueur, moindre comme on le ſent bien pour celles de l'avant que pour celles près de l'angle. La branche de la courbe le long du contr'étambot eſt chevillée à demeure avec deux chevilles frappées par le dehors de l'étambot; la première à 15 ou 20 pouces de hauteur ſur la quille, ſuivant qu'il y a plus ou moins de garniture ſous la courbe; elle traverſe l'étambot, le contr'étambot & le collet de la courbure, deſſus lequel

elle ſe rive ſur virole ; l'autre eſt frappée à 15 pouces plus haut, & ſe rive de même ſur la branche. On peut reconnoître toutes ces chevilles dans les lignes ponctuées x (*fig.* 32.) ainſi que dans la *fig.* 10. Une troiſième cheville ſur la branche verticale, mais deſtinée à être repouſſée, traverſe encore les mêmes pièces à la moitié de la longueur de la branche de la courbe.

Pl. XII.

L'arcaſſe ainſi liée & accorée, on largue l'appareil, le dépaſſe & amène les bigues, filant leurs haubans vers l'arrière, & abraquant ceux vers l'avant.

Il n'y a plus qu'à travailler, aſſembler, mettre en place, balancer, perpigner, liſſer les couples de l'arrière, & le travail de la levée des couples ſera fini.

CHAPITRE SEPTIÈME.

De la Miſe à bord des baux.

DANS le boiſage du vaiſſeau, on laiſſe une ouverture entre les deux maîtres & la première & troiſième liſſes, que l'on ne clôt que lorſque les baux & autres pièces conſidérables ſont entrées dans le bâtiment. On établit une plate-forme, en plan incliné, ſur de forts plançons bien accorés, allant du dehors en dedans du vaiſſeau par cette ouverture ; elle porte ſur un longis établi ſur les faux baux lorſqu'ils ſont en place ; mais d'abord, & pour ſervir à l'introduction de ces mêmes faux baux, le longis eſt ſoutenu par deux des traverſes de l'échafaudage que l'on fait dans la cale, à quelques pieds en contrebas du faux-pont pour ſon établiſſement. Cet échafaudage doit être ſolide & bien épontillé.

On

On fait gliſſer les baux ſur cette plate-forme, au moyen de palans frappés ſur le côté oppoſé à l'ouverture ; & la pièce une fois dedans, on la manie avec d'autres palans frappés des deux bords, tendant à l'amener vers l'extrémité du vaiſſeau où elle doit aller.

QUATRIÈME PARTIE.

Complément d'applications de l'Hydroſtatique aux calculs qui intéreſſent la ſtabilité ou l'équilibre des Bâtimens de mer dans différentes circonſtances.

Nous avons enſeigné dans la troiſième Partie du premier Tome, à calculer le déplacement des bâtimens de mer & à déterminer leur métacentre ; mais nous n'avons dit qu'un mot, page 251, de la recherche du centre de gravité de ſyſtème, ſans la détermination duquel cependant on ne peut connoître la force de ſtabilité ni l'état d'équilibre du navire dans les différentes circonſtances où il ſe trouve ; nous avons fait voir que cela nous engageroit dans la compoſition d'un traité complet du navire armé.

Cependant il eſt indiſpenſable de mettre ſur la voie au moins les perſonnes qui ſe deſtinent à conſtruire ou à faire conſtruire, que nous avons en vue maintenant. Ainſi nous avons entrepris de réduire des calculs effrayans par l'immenſité des élémens, en maſſant leurs différens objets, en faiſant des ſuppoſitions dictées par une pratique longue & réfléchie : nous avons, dis-je, réduit ces calculs

de manière à ne pas rebuter par leur longueur, & avec l'attention la plus ſcrupuleuſe à indiquer les ſources où nous en avons puiſé les baſes. Peut-être ſeroit-il bon de les raſſembler, de les réunir dans une eſpèce de répertoire qui formeroit le traité de l'hydroſtatique du navire que nous déſirons : ce ne ſeroit pas un ouvrage d'une rédaction difficile ; mais on ne peut l'obtenir que de la munificence du gouvernement, parce que n'étant néceſſaire qu'à un petit nombre de perſonnes, il ſe vendroit avec une telle lenteur que l'Entrepreneur, je penſe, ſe conſommeroit en intérêts. Mais revenons à celui-ci.

Nous nous occupons dans cette partie de la recherche de la ſtabilité latérale d'un bâtiment de mer armé en guerre, comprenant celle de ſon centre de gravité de ſyſtème, pour avoir le moment de ſa diſtance au métacentre, multiplié par ſon poids : expreſſion de cette ſtabilité : ce ſera l'objet de la première ſection.

De celle de l'aſſiette que prendra un bâtiment de mer à ſa miſe à l'eau, c'eſt-à-dire ſes tirans d'eau de l'arrière & de l'avant : c'eſt le ſujet de la ſeconde.

Dans la troiſième nous recherchons l'équilibre d'un bâtiment de mer abattu en carène, c'eſt-à-dire les poids à la tête des mâts, repréſentés par l'immerſion des pontons pour le maintenir dans une inclinaiſon donnée, la quille ſuffiſamment éventée & horizontalement.

PREMIÈRE SECTION.

De la Recherche de la ſtabilité latérale d'un Bâtiment de mer armé en guerre, comprenant celle de ſon centre de gravité de ſyſtème, pour avoir le moment de ſa diſtance au métacentre multipliée par ſon poids : expreſſion de cette ſtabilité, & de l'uſage qu'on en peut tirer.

Il faut d'abord tracer exactement les différens plans du bâtiment donné, en déterminer l'armement & la hauteur de batterie ; d'après quoi on en calcule le déplacement, le centre de gravité de ce déplacement, la distance au métacentre, l'échelle de solidité. Pour avoir des réſultats exacts, il convient de faire des plans hors bordage ; car, à de certaines ordonnées, l'addition ſimple de l'épaiſseur du bordage ne donne pas la moitié de ce qu'elle eſt au courant deſdites ordonnées.

Enſuite on recherche le poids & le centre de gravité de ſyſtème :

1°. De la coque que l'on diviſe en ſa carcaſſe ou charpente du coffre, & les ponts ou planchers.

2°. Des objets de la cale ; ſavoir, leſt de fer, leſt de pierre, charge ou munitions de guerre et de bouche.

3°. De l'artillerie par batterie.

4°. De la mâture, comprenant : mâts, vergues, chaînes de haubans, gréemens de mâts & vergues, voiles.

5°. Des hunes.

6°. Des câbles, manœuvres de rechange, de combats.

7°. Du doublage en cuivre.

8°. Des ancres.
9°. Des chaloupes & canots.
10°. De l'équipage.
11°. Du baſtingage.
12°. Du bois d'arrimage.

Tous ces centres de gravité, pour la ſolution de notre queſtion, n'exigent une détermination que par rapport à un plan horizontal : cependant, pour des beſoins à venir, il eſt bon de déterminer celui de la coque, auſſi par rapport à un plan vertical-latitudinal.

CHAPITRE PREMIER.

Du Poids & du Centre de gravité de la Coque.

On conſidère la coque du navire comme diviſée en ſa carcaſſe & les ponts. La carcaſſe eſt toute la charpente qui en forme le coffre ; la coque comprend avec la carcaſſe, les ponts ou planchers qui y ſont établis par étage, les emménagemens.

I.

Du Poids & du Centre de gravité de la Carcaſſe.

Je ſuppoſe que vous avez un plan du bâtiment dont vous voulez vous procurer le centre de gravité de coque, tracé ſuivant l'uſage des Ingénieurs de vaiſſeaux ; que vous en avez les échantillons des pièces.

Calquez votre plan vertical-latitudinal à tous les points de rencontre de la projection des liſſes avec celle des

couples ; aux points extrêmes des lignes du milieu, des côtés, du deſſus & du deſſous de la quille : cela conduit à la conſtruction de la figure 89. Pl. XXVIII.

Le coltis eſt à une diſtance de celui qui le précède ordinairement moindre que celle obſervée conſtamment entre les autres couples ; il y a aſſez communément un faux couple de l'arrière dans le même cas. Il convient, pour l'exactitude du calcul, de tracer ſur les plans des faux couples de l'avant & de l'arrière à cette diſtance commune, & de les rapporter comme les autres couples ſur la figure 89, en place du coltis & du premier faux couple arrière.

Calculez l'épaiſſeur de la charpente à chaque liſſe, par exemple pour notre figure d'abord à la fauſſe liſſe *L l.* (*Voyez* le Tableau I, pour le calcul par liſſe.)

La varangue a d'équarriſſage.....	0,298 mètres.
Epaiſſeur du vaigre.....	0,081
Epaiſſeur du bordage.....	0,081
TOTAL pour l'épaiſſeur de la charpente.	0,460
Dont la moitié eſt.....	0,230

Il eſt queſtion de calculer la ſolidité & le poids de chaque pan ou portion de charpente compris entre les couples de levée & entre les liſſes ; pour cette fauſſe liſſe, entr'elle & le trait de la rablure de la quille ; d'avoir le centre de gravité de ce pan de charpente, & d'en prendre la diſtance à quelque plan horizontal, à quelque plan vertical-latitudinal. Commençons par celle à un plan horizontal, que nous ſuppoſerons paſſer par le trait du deſſous de la quille, par laquelle diſtance vous mul-

tipliez le poids du pan de charpente pour en avoir un moment ; faiſant à l'ordinaire la ſomme des momens de toutes ces portions de charpente & la diviſant par la ſomme de leur poids, vous aurez la hauteur du centre de gravité de ſyſtème de toute la partie de la coque qui préſente le plus d'embarras pour cette opération : la carcaſſe.

Conſidérons donc qu'à cette fauſſe quille, au maître arrière comme aux autres couples, le pan de charpente a d'épaiſſeur 0,46 mètres ; de hauteur, la partie du couple (nous dirons tout-à-l'heure comme il faut faire le tracé de ces couples) ou ici du maître, $L\,m$, compriſe entre la liſſe & la rablure ; et de longueur la diſtance entre les couples, qui eſt de 2,64 mètres (*a*). Cette longueur eſt

(*a*) Ceci n'eſt point d'une exactitude ſcrupuleuſe ; la diſtance entre les couples n'eſt que la projection de la longueur du pan de charpente, qui en diffère aſſez ſenſiblement de l'avant & de l'arrière : par cette négligence, le réſultat du calcul eſt moindre : mais d'un autre côté, en donnant une épaiſſeur conſtante à tous les pans de charpente compris entre les mêmes deux liſſes, dans la pince de l'avant & les façons de l'arrière, on a une épaiſſeur trop forte, puiſque dans l'eſpace où le bâtiment eſt le plus pincé, il n'a pas même l'épaiſſeur du pan de charpente ; cependant ces pans de charpente ſont comptés doubles : un pour chaque bord. Ceci donne du trop dans le réſultat, & comme il doit faire un peu plus que compenſation, au lieu de donner pour l'épaiſſeur du pan de charpente, la moyenne de celle priſe à la liſſe ſupérieure & à celle inférieure : au fond la moyenne de celle de la fauſſe liſſe ou la première, & de celle priſe au talon : on emploie l'épaiſſeur de la liſſe bornant le pan de charpente dans la partie ſupérieure.

Quant à la conſidération de ces portions comme des rectangles, quoiqu'elles ſoient des trapézoïdes, on conçoit que leur hauteur étant priſe au milieu, on a la même ſurface ; & quant au petit triangle qui manque de l'arrière dans la partie de l'arrière, il manque auſſi de l'avant dans la partie de l'avant, & cela ne peut donner un défaut ſenſible dans la poſition du centre de gravité. Ce petit triangle manquant d'un côté de l'axe du pan de charpente, eſt auſſi de plus de l'autre côté de cet axe dans le plan de charpente que l'on conſidère.

conſtante pour tout le bâtiment ; l'épaiſſeur eſt conſtante pour chaque entre-deux de liſſes.

Le centre de gravité gît à la moitié à-peu-près de l'épaiſſeur du pan de charpente ; il eſt à la moitié de ſa hauteur : pour le maître arrière entre la fauſſe liſſe & la rablure, à la moitié de la ligne Lm, parce que nous ſuppoſons la moitié des portions de charpente de l'arrière des couples, l'autre moitié de l'avant : dans la partie que nous conſidérons en ce moment, la moitié court du maître arrière au maître avant, l'autre du maître arrière au premier arrière.

En voilà aſſez pour voir l'arrangement de tous ces priſmes quadrilatères.

Mais il ne doit pas échapper qu'ils ne ſont pas *plein bois*. Il y a des mailles dont il faut faire ſouſtraction.

Dreſſons notre plan & calculons.

Ce ne ſont pas les parties du périmètre des couples qui peuvent être conſidérées comme axe du pan de charpente où gît ſon centre de gravité : cette ligne doit être à la moitié de l'épaiſſeur de cette charpente à-peu-près : cette épaiſſeur entre la fauſſe quille & la rablure de la quille eſt, comme nous l'avons vu plus haut, 0,46 mètres ; l'axe doit donc être à 0,23 mètres de la ſuperficie extérieure du bordage, ou à 0,149 mètres du gabariage du couple, vu que le bordage à 0,081 mètres. Cependant il eſt bon de ne prendre que 0,140 mètres, en général un quatorzième de moins, & par rapport à la courbure que l'on néglige, & par rapport au développement extérieur de la charpente qui a plus d'amplitude que celui de l'intérieur, ſurtout ſi le vaigre a un

peu moins d'épaiſſeur que le bordage : cauſes qui font baiſſer le centre de gravité.

Du point 7 de rencontre du 7e couple arrière avec la fauſſe liſſe, vous prenez donc 0,140 mètres de 7 en 7'; vous faites de même à tous les autres points des couples ſur ladite fauſſe liſſe. Vous prenez de plus du deſſus de la quille juſqu'en *m* une diſtance de $\frac{1}{2}(0{,}081 + 0{,}487 + 0{,}081) - 0{,}081 = 0{,}243$ pour moitié de la hauteur verticale au talon de 0,487, (Tableau I.); par tous les nouveaux points ſur la liſſe que cette opération donnera, vous tirerez des droites au point *m*.

Par tous ces mêmes points vous tirerez des droites à des points ſemblables, que vous vous êtes procurés par un moyen analogue ſur la première liſſe *I* 1, & ainſi de même pour les autres parties de couples, de liſſe en liſſe, de l'arrière & de l'avant, obſervant qu'il eſt d'une exactitude ſcrupuleuſe d'avoir égard à l'épaiſſeur de la charpente, qui diminue en montant pour la rentrée des axes des pans de charpente, par exemple à la cinquième liſſe : préceintes 0,163 mètres; ſerres 0,163 mètres; membrure 0,231 : cela fait 0,557, dont la moitié eſt 0,278 : ſouſtraction faite des 0,163 de préceintes, c'eſt 0,115 mètres, ou un peu moins, dont il faut que le trait ſoit en dedans du gabariage du couple. (Tableau II.)

A la batterie ou 7e liſſe où la membrure à 0,189 mètres, le bordage 0,068 mètres, le vaigre auſſi 0,068 mètres, il ne faut le rentrer que de 0,094 au plus. (Voyez d'ailleurs le Tableau II.)

L'opération donc conſiſte, comme on le voit par le calcul plus haut, à ajouter (à chaque liſſe) à l'épaiſſeur du bordage

bordage & du vaigre, celle de la membrure, & à prendre la moitié de la ſomme. On a vu enſuite qu'on ſouſtrayoit de cette moitié l'épaiſſeur du bordage, qui n'eſt pas compris dans le plan : le reſte détermine la rentrée du point 7 au point 7′ & autres rentrées ſemblables. On a vu qu'il convenoit de rentrer les points, & par conſéquent le trait de quelque choſe de moins, & on en a dit la raiſon.

Venons à la conſidération de la maille.

Les pans de bois, élémens de la charpente du bâtiment, ne forment pas un *plein bois;* ainſi en réduiſant la ſolidité en une quantité peſante d'après le rapport connu de la peſanteur ſpécifique des bois, y compris les fers, à un certain volume, leur poids ſeroit trop fort; il faut en faire une déduction pour les mailles; on a toutes les données pour faire la cubature de ce vide.

Dans 2,64 mètres de diſtance entre les couples, on a, avec le couple de levée, je ſuppoſe trois couples de rempliſſage; ce qui produit quatre mailles.

Attachons-nous toujours au pan de bois entre la fauſſe liſſe & la rablure de la quille, ayant pour axe *L m.*

A cette liſſe nous donnons 0,298 mètres d'équarriſſage de membrure.

De là, pour le couple ſur le droit.....	0,596	
Pour les quatre couples.....	2,384	2,64
Différence à la diſtance entre les couples, 2,64.....	0,256	

De laquelle quantité, le quart pour une des dimenſions de la maille eſt.... 0,064.

Les 0,298 mètres ſur le tour font ſon autre dimenſion, qui donneront la quadrature transverſale; par conſéquent

cette ſection tranſverſale eſt de 0,0191 mètres carrés, ou tout de ſuite pour les quatre mailles 4 × 0,64 × 0,298 = 0,256 × 0,298 = 0,076288 mètres carrés, ou 0,076 mètres.

Pour le plan ou la ſection tranſverſale du pan de charpente : 2,64 mètres × 0,460 mètres.... 1,214 m. c.

A déduire pour les quatre mailles.... 0,076

Section réduite du pan de charpente . 1,138

Il faut maintenant multiplier cette ſurface 1,138 par la ligne Lm, hauteur du pan de charpente.

Prenez-en la longueur ; elle ſe trouve de 1,137 mètres ; 1,138 mètres carrés, × 1,137 mètres = 1,294 mètres, ſolidité du pan de charpente en queſtion.

Marquez en c' le milieu de la ligne Lm ; prenez la diſtance $c'C'$ de ce point c' à la projection du plan paſſant par le deſſous de la quille ; cette diſtance eſt de 0,887 mètres ; 1,294 mètres carrés, × 0,887 mètres = 1,148.

C'eſt le moment cherché relativement au plan paſſant par le deſſous de la quille du pan de charpente, dont nous venons de nous occuper.

On pourroit le multiplier par la peſanteur du mètre cube eſtimé du bois y compris le fer ; mais il eſt auſſi poſſible de rejeter cette réduction à la fin du calcul.

En ſuivant pied à pied cette inſtruction, on aura les poids & les momens de tous les pans de bois, élémens de la charpente du bâtiment ; diviſant la ſomme des momens par celle des poids, on aura la hauteur du centre de gravité.

Afin de rendre par la méthode l'opération plus facile, nous joignons ici des tableaux (& auxquels nous avons déjà

renvoyé), pour préſenter, 1°. les données du calcul de la ſection tranſverſale des mailles & des pans de charpente : ſavoir, l'échantillon de la membrure & l'épaiſſeur des bordages tant extérieurs qu'intérieurs, (Tableau I.) (*a*); 2°. ce calcul : il n'y a qu'à le ſuivre pour chaque bâtiment d'une façon analogue (Voyez Tableau II.); 3°. le calcul pour déterminer la ſolidité & la hauteur du centre de gravité de chaque entre-liſſe, formant enſemble le ſyſtème de la carcaſſe (Tableau III).

Étendons l'explication de ces trois Tableaux, au riſque de nous répéter, & nous paſſerons aux autres. On porte dans le Tableau II, en tête des colonnes, la diſtance conſtante entre les couples 2,640 mètres; enſuite, commençant par la fauſſe liſſe, dans la diviſion à gauche de ſa colonne, l'épaiſſeur de ſa membrure ſur le droit 0,298 mètres, priſe dans le Tableau I.

Les pièces de membrure ſont accouplées : c'eſt de là qu'on les appelle couples; de plus il y a quatre couples pour garnir l'entre-deux des gabariages des couples de 2,640 mètres : c'eſt pourquoi on multiplie par huit pour avoir la longueur du boiſage dans le pan de charpente; le produit eſt, toujours pour cette fauſſe liſſe, de 2,384 mètres; de cette longueur à celle entre les gabariages des couples 2,640 mètres, il y a une différence de 0,256 mètres qui forme un vide réparti dans les quatre mailles.

Ce vide n'exiſtant qu'entre les bordages extérieurs & intérieurs, a ſeulement pour épaiſſeur l'échantillon du membre ſur le tour 0,298 mètres; en multipliant cette

(*a*) Ce Tableau & les ſuivans ſont à la fin de cette ſection, ſous numéros en chiffres romains.

quantité 0,298 mètres par 0,256 mètres, largeur des quatre mailles, vous en avez une ſorte de ſection tranſverſale de 0,076 mètres, d'où on réduit à 1,138 mètres la ſection ſemblable du pan de charpente de 1,214 mètres carrés, calculés plus bas dans le Tableau comme plein bois : car 0,076 + 1,138 = 1,214.

Jetons un coup d'œil ſur le calcul de ſection 1,214 mètres, exécuté ſur le Tableau.

L'épaiſſeur des bordages extérieurs & intérieurs & du membre, donne l'épaiſſeur totale 0,460; la longueur étant 2,64, on a le produit porté plus haut 1,214.

Pour placer comme il convient le trait donné par le gabariage, qui en diffère en ce qu'on en néglige la courbure & qu'il eſt porté en dedans, il faut voir de combien il eſt néceſſaire de rentrer ſur chaque liſſe les extrémités de ces traits (que j'appelle axe du pan de charpente).

Pour cela l'on ſouſtrait de la moitié de l'épaiſſeur du pan de charpente, laquelle épaiſſeur comprend celle du bordage extérieur, cette épaiſſeur de bordage, le gabariage ne le comprenant pas, & l'on rentre les points extrêmes des axes des pans de charpente du reſte, ou de quelque choſe de moins : c'eſt par-là que je termine chaque colonne du Tableau II.

Cette inſtruction, qui a la fauſſe liſſe pour exemple, doit guider ſuffiſamment pour les mêmes calculs aux autres liſſes.

Examinons maintenant l'arrangement général du calcul de centre de gravité : je ne puis trop le dire; l'ordre & la méthode ſimplifient.

Dans le Tableau III, vous avez une diviſion par liſſe

ayant en tête la quadrature de ſection du pan de charpente que l'on prend dans le Tableau II.

Et chacune de ces diviſions eſt ſous-diviſée par couple.

Au ſurplus, chacune de ces diviſions par liſſe a quatre colonnes.

Dans la première eſt la déſignation des couples.

Dans la seconde, la longueur des axes des pans de charpente, pour la fauſſe liſſe & le maître arrière, on la prend de L en m ; on voit par-là ce qu'il faut faire pour les autres.

La troiſième contient la diſtance du centre de gravité de ces axes au plan paſſant par le deſſous de la quille : toujours pour la fauſſe liſſe au maître arrière, c'eſt la diſtance du point c' du milieu de l'axe $L\ m$ au point C' ſur la projection du deſſous de la quille.

Le produit de ces diſtances par les axes chacun à chacun, donne les momens portés dans la quatrième colonne.

Multipliez de liſſe en liſſe la ſomme des axes & celle de leur moment par la quadrature du pan de charpente, & vous aurez des produits qui, par leur récapitulation, conduiront à la détermination du centre de gravité cherché de la carcaſſe.

Pour cela, ayant continué & terminé le calcul pour toutes les liſſes, on ſait qu'il faudra additionner les ſolidités & les momens, & diviſer cette dernière ſomme par la première ; c'eſt ce qui eſt exécuté dans le Tableau IV, qui eſt un relevé du réſultat à chaque liſſe ; on voit que la diſtance du centre de gravité de carcaſſe au plan horizontal paſſant par le deſſous de la quille, eſt

de 3,91013 mètres pour une ſolidité de 181,8 mètres (moitié de la carcaſſe).

Pour les réduire en une quantité de poids, il faut entrer en conſidération de la peſanteur ſpécifique des bois, communément de 66 liv. le pied cube, & y ajouter pour les fers qui en font la liaiſon, une quantité qu'on a eſtimée $\frac{1}{20}$ du poids des bois. Mais ſi, pour ne pas rebuter par la longueur des calculs dans ce travail abſolument nouveau, on n'y comprend pas les emménagemens, les pièces de liaiſon qui, comme les fers, ont leur maſſe proportionnelle à celle de la carcaſſe dans les lieux qu'ils occupent (en effet les fers ſont proportionnés aux échantillons, les emménagemens & les liaiſons des hauts n'ont pas l'échantillon de ceux de la cale); ſi, dis-je, on omet ces objets, on les ſuppoſera répartis dans la charpente de la carcaſſe, qu'alors on pourra ſuppoſer peſer 80 liv. le pied cube, ou $80 \times 29{,}174$ le mètre cube $= 233{,}392$ liv. autant que dans la conſtruction on ſe ſera conformé aux échantillons ſur leſquels les calculs ont été établis. Ainſi $181{,}8 \times 233{,}393 = 424{,}312{,}2$ liv., ou pour les deux côtés 424,3122 tonneaux, & on aura pour moment, par rapport: au plan horizontal paſſant par le deſſous de la quille, $424{,}3122 \times 3{,}91013 = 1659{,}133$; &, comme nous l'allons voir, au plan vertical-latitudinal paſſant par le 8 arrière (Tableau VI), $424{,}3122 \times 20{,}802 = 8826{,}542$.

Pour avoir cette diſtance 20,802 de ce même centre de gravité à un plan vertical, afin d'abréger on y a employé auſſi ſeulement les axes des pans de charpente, comme on le voit dans le Tableau V; ces axes, relevés ſur le Tableau III, y ſont par entre-liſſes dans la colonne

verticale, & leur ſomme eſt le développement de chacun des couples auxquels ils appartiennent.

On y rapporte les momens au plan paſſant par le 8e couple arrière, & on conſidère la diſtance conſtante entre les couples comme l'unité ; ſauf à multiplier la quantité que donnera le quotient de la diviſion par la diſtance au vrai 2,64 mètres. Ce calcul eſt terminé dans le Tableau VI, qui eſt auſſi un relevé du réſultat de chaque colonne du Tableau V. On y voit que la diſtance du centre de gravité de carcaſſe au 8 arrière, eſt de 20,802 mètres.

Il ne faut pas diſſimuler qu'il y a ici un défaut de préciſion ; pour qu'il y eût une exactitude parfaite, en n'employant dans le préſent cas que les axes des pans de charpente, il faudroit que tous ceux entre les mêmes liſſes euſſent avec le développement du couple auquel ils appartiennent, chacun à chacun, un rapport conſtant, c'eſt-à-dire que 3 4 (*fig.* 89.) 3′ 4′, 3″ 4″, &c. *III IV* fuſſent en proportion avec *m* 9, *m* 9′, *m* 9″, &c. *m IX*, ou qu'on eût 3 4 : *m* 9 :: 3′ 4′ : *m* 9′ :: 3″ 4″ : *m* 9″ &c. :: *III IV* : *m IX*. La néceſſité d'avoir les liſſes dans des plans, pour quelque circonſtance de conſtruction, altère l'égalité du rapport, mais d'une quantité que l'obligation d'expédier peut faire négliger. Pl. XXVIII.

Cette méthode de faire la recherche du centre de gravité de la carcaſſe des navires eſt la plus abrégée poſſible, mais non pas d'une préciſion géométrique ; l'exactitude minutieuſe jeteroit dans des longueurs telles qu'on abandonneroit bientôt le calcul. On n'en avoit

même jamais entrepris aucun ; & cette partie de l'hydroſtatique, d'un côté la plus importante de l'Architecture navale, de l'autre fondée ſur des principes phyſiques certains, & qui par conſéquent peuvent mener à des réſultats ſatisfaiſans, n'avoit pas encore fait matière à un exercice dans l'école. Il faut en cas pareil ſavoir apprécier les négligences, & ſe contenter d'à-peu-près dans les réſultats de calcul, ſurtout le matériel de l'objet étant ſujet à une grande variation.

Cette réduction en pans de charpente donne une figure qui n'eſt fermée ni de l'arrière ni de l'avant ; le tableau, la voûte, manquent ; le bâtiment reſte ouvert vers la guibre.

A l'égard du moment par rapport à un plan vertical, ces deux parties de conſtruction omiſes ſe feroient équilibre ; car ſi le tableau a plus de ſurface que la partie de l'avant, celle-ci a plus de ſolidité.

Pour le moment relativement à un plan horizontal : il ſouffre une diminution, mais avantageuſe en ce qu'elle contribue à permettre de conſidérer les gaillards comme un pont ſupérieur, malgré le vide entr'eux & les paſſavants : cette augmentation de poids en haut fait compenſation. S'il reſte quelque erreur, ſoit en poids ſoit en momens, elle ne peut être que dans une différence de différence.

A l'égard du matériel de la choſe : une des principales baſes de notre calcul eſt la peſanteur ſpécifique reconnue aux matières ; mais cette propriété varie ſuivant les lieux, ſuivant les circonſtances..... Suivant les lieux, on trouve des différences aſſez conſidérables dans la peſanteur des bois,

bois, ſelon les localités..... Suivant les circonſtances : le bâtiment étant ſur le chantier, la charpente peut être d'une peſanteur à-peu-près uniforme ; mais à l'eau, les hauts au ſoleil, quelquefois à celui de l'Amérique, s'allégiſſent conſidérablement, tandis que la partie ſubmergée s'imbibe, & par-là acquiert du poids (*); mais la ſûreté de la navigation exige qu'on cave au plus fort, à l'égard des poids & momens.

La pareſſe a quelquefois conclu de ces obſervations, que tout calcul étoit inutile.

A la mer les compas varient ; un horizon brumeux rend les hauteurs incertaines : ſouvent les côtes ſont mal figurées ſur les atlas, les lieux mal déterminés. Faut-il donc naviguer ſans bouſſoles, ſans inſtrumens, ſans cartes? Donne-t-on en garde ſans meſure les grains, fourrages, &c. parce que le poids en varie conſidérablement ſuivant les lieux & l'état de l'air? Quand cela ſera, on pourra rejeter toute théorie.

Le calcul fournit des réſultats auxquels on donne une

(*) M. Guignau, ancien Directeur des Conſtructions à Breſt, a eu, pendant pluſieurs années, en expérience dans ſon cabinet expoſé au midi, bien chauffé en hiver, des pieds cubes de bois de chêne de différens lieux, pour reconnoître la diminution du poids. En voici le réſultat :

	ANJOU.	ROUEN.	CHAMPAGNE ET BOURGOGNE.	NANTES.	HAMBOURG.
21 Avril 1779.	70 l. $\frac{1}{2}$	.....	64 livres. .	.....	74 livres $\frac{1}{4}$
Idem. 1780.	58 ...	60 l. .	60	64 l. ..	59 .... $\frac{1}{4}$
Idem. 1781.	51 ...	56 ...	56	52	50 .... $\frac{1}{2}$
Idem. 1782.	47 ...	53 ...	53	48	47 .....
Idem. 1783.	46 ...	.....	52	.....	46 .... $\frac{1}{2}$

certaine latitude dans l'exécution, mais raiſonnée & bornée : cette extenſion eſt, ſi nous pouvons nous exprimer ainſi, la bonne meſure.

Revenons à nos recherches. L'inſtruction ci-deſſus dégroſſit au moins la matière & accoutume au calcul ; les réſultats qu'on en peut tirer ſont très-près de la vérité : cependant l'élève laborieux peut ne pas s'en contenter, & nous allons lui fournir matière à un procédé plus long, mais qui doit donner toute l'exactitude géométrique que comporte l'objet.

Pl. XXVIII. Reprenez la figure 89 : c'eſt un plan vertical-latitudinal, où les parties du périmètre des couples entre les liſſes ſont des droites ; conſidérez-y l'eſpace de charpente projeté en 41, 42, 52, 51, entre les deux premières liſſes du fond & les 4e & 5e couples de l'avant.

Projetez les liſſes ſur le plan vertical-longitudinal d'une manière analogue ; c'eſt-à-dire que les parties de liſſes entre les projections des couples ſoient droites : nous ne projetons ici (*fig.* 90'.) que le pan de charpente.

Faites-en autant ſur un plan horizontal (*fig.* 91'.).

Ce procédé donnera ſur ces plans une grande quantité de figures preſque toutes de quatre côtés, chacune terminée par deux portions de projection de liſſes & deux de couples : on voit qu'elles ne ſeront preſque jamais des figures planes, quoique terminées par des droites ; il faut les diviſer diagonalement, & alors les deux triangles de chacune ſeront des plans ; & tous enſemble formeront la ſurface d'un corps à facettes qui ne différera pas ſenſiblement de la forme du vaiſſeau.

On aura peut-être 300 triangles à calculer ; mais auſſi

les échantillons étant employés exactement, il n'y aura d'autres négligences dans le calcul que celle de la considération comme droites, de lignes effectivement courbes; & cette courbure, d'après une division portée si loin, est, nous le répétons, insensible dans la pratique : on pourroit encore augmenter cette division ; cependant, dans tous les calculs sur les vaisseaux en ce moment, on s'est contenté de cette approximation.

Voyons maintenant la manière de calculer ces triangles.

Considérons cette figure quadrilatère entre la première & seconde lisse, entre le quatrième & le cinquième couple avant : divisons-la par la diagonale 41 52, figures 89, 90′, 91′, & attachons-nous particulièrement au triangle projeté 41 51 52; on a au vrai son côté 51 52, (*fig.* 89.).

Tous les triangles gisant dans un plan perpendiculaire aux coupes verticales-latitudinales (*a*) ayant pour intersection, ici avec la cinquième avant, la ligne 51 52 qui en même temps seroit sa base; aux autres des lignes analogues 52 53, 53 54, &c. tous ces triangles ayant leur sommet dans la coupe 4 de notre exemple, généralement dans la coupe prochaine, seront de surfaces proportionnelles à la partie du périmètre de la section : 51 52 pour le triangle que nous considérons; analogue pour les autres.

Le triangle qui ne différera de celui-ci qu'en ce qu'il sera dans un plan incliné à ces coupes verticales, c'est-à-dire qui aura aussi pour base 51 52, mais qui aura son sommet dans la projection du périmètre du couple 4, aura pour hau-

(*a*) Les couples des vaisseaux sont figurés sur les plans par des coupes ou sections verticales-latitudinales : c'est pourquoi on doit regarder comme synonymes les termes couples, coupes, sections.

teur, l'hypothénuſe d'un triangle ayant pour un de ces côtés la diſtance entre les coupes ; & pour l'autre la tangente de l'angle d'inclinaiſon de ce plan incliné, avec le plan perpendiculaire : cette tangente eſt la perpendiculaire $41p$ (*fig.* 89.) abaiſſée ſur 51 52 pour le triangle 41 51 52, & ſa ſurface ſera $51\,52 \times \sqrt{d^2 + \overline{41p}^2}$, d étant la diſtance entre les coupes.

La règle générale ſera donc, pour chaque triangle, de multiplier la proportion des couples entre deux liſſes, qui lui ſert de baſe par la racine carrée d'une ſomme faite du carré de la diſtance entre les couples, & du carré de la tangente d'inclinaiſon, telle que celle $41p$ pour le triangle 41 51 52.

Quant aux parties de l'avant & de l'arrière portant un faux couple en avant du coltis à la diſtance qui a lieu entre les couples, un autre faux couple de l'arrière auſſi à cette diſtance, on conſervera autant qu'il eſt poſſible ce facteur conſtant.

Où la diſtance n'a plus la même longueur, vous l'employez comme rayon avec ſa tangente d'une manière analogue à ce qui s'eſt pratiqué entre les couples à diſtances conſtantes.

L'ordre dans ce calcul fait la moitié de la beſogne.

On ſent qu'il faut d'abord calculer les triangles entre la quille & la première liſſe ; enſuite entre la première liſſe & la ſeconde, &c. parce que l'épaiſſeur de la charpente demeure conſtante dans ces entre-liſſes.

Il y a une attention aſſez délicate à faire au-deſſous des façons pour ne pas trop donner d'épaiſſeur aux pinces, qu'il eſt bon de calculer à part, ſurtout ſi l'on ne conſidère pas les gaillards comme prolongés.

On ne ſera pas embarraſſé pour déterminer les centres de gravité de ces triangles élémentaires, & avoir leurs momens qui procureront le centre de gravité & le moment cherché.

La cubature & recherche du centre de gravité & de la ſolidité du tableau & de la voûte ne préſenteront aucune difficulté.

Le calcul à l'égard des emménagemens n'eſt auſſi que long; alors on ſe diſpenſeroit de donner aux bois & fers plus de peſanteur ſpécifique que celle qu'on leur reconnoît.

II.

Du Poids & du Centre de gravité des Ponts.

Les ponts ont une courbure dans le ſens de la largeur dont la convexité regarde les hauts du bâtiment; elle provient de la courbure des baux, appelée *bouge*.

Ils ont une autre courbure dans le ſens de la longueur, dont la concavité regarde également les hauts, laquelle courbure eſt appelée *tonture*.

Leur périmètre eſt auſſi une courbe qui ordinairement n'a pas une loi connue.

D'ailleurs leur ſyſtème eſt un compoſé de poutres ou baux, & de bordages formant les planchers.

Toutes ces circonſtances rendent la recherche du centre de gravité de ce ſyſtème un objet ſérieux de réflexions.

Nous le ſimplifierons par quelques ſuppoſitions qui ne ſont pas entièrement conformes à la pratique, mais qui ne peuvent conduire à un réſultat ſenſiblement différent.

Nous ſuppoſons donc les baux également eſpacés; nous ſuppoſerons leur courbure des arcs de cercle.

Nous négligerons l'excès d'épaiſſeur des hiloires, fourrures de gouttières & gouttières ſur celle des bordages.

Attachons-nous au premier pont ou au pont de la batterie d'une frégate portant du 12 à cette batterie.

Epaiſſeur du bordage du pont..... 0,081 mètres.
Longueur du maître bau de dedans en dedans..... 10,395
Equarriſſage des baux..... 0,271
Bouge du maître bau $\frac{1}{43}$ de ſa longueur environ..... 0,244
Eſpaces entre les baux, environ 3 fois $\frac{1}{2}$ la largeur du bau.
La longueur du pont de cette frégate de dedans en dedans, eſt de..... 43,690

0,271 mètres de largeur de bau + 3,5 × 0,271 d'eſpace entre les baux = 1,2195

$$\frac{43,690}{1,2195} = 35,909 \text{ ou } 36$$

C'eſt-à-dire qu'il y a 36 baux; & pour avoir exactement l'eſpace entr'eux, ou plutôt de milieu à milieu & demi-eſpace, tant de l'avant que de l'arrière, il faut diviſer 43,69 par 36.

$$\frac{43,69}{36} = 1,214$$

Conſidérons un bau & le bordage qui lui appartient, c'eſt-à-dire fourniſſant demi-eſpace de l'avant & demi-eſpace de l'arrière; ils auront pour ſection verticale ſuivant la longueur du bâtiment *a b c B C D A d a* (*fig.* 90). PL. XXVIII.

Pour chaque bau *a b* aura de longueur 1,214, ſavoir:

0,943 de distance entre les baux, & 0,271 de largeur du bau.

L'épaisseur de ce bordage est de 0,081 mètres.

La distance du centre de gravité de système de cette partie de section de bordage & de celle du bau, rapportée à AB, ligne génératrice de la surface supérieure du bau, sera

$$\frac{0{,}271^2 \times 0{,}1355 - 1{,}214 \times 0{,}081 \times 0{,}0405}{0{,}271^2 + 1{,}214 \times 0{,}081} = \frac{0{,}00099512 - 0{,}00039825}{0{,}073441 \times 0{,}098334}$$

$$= \frac{0{,}00059687}{0{,}171775} = 0{,}034747.$$

Dans le mouvement suivant, le bouge que fait la section $a\,b\,c\,B\,C\,D\,A\,d\,a$ pour engendrer le bau & la partie de bordage qui lui appartient, le centre de gravité de cette section, dont nous venons de déterminer la position, engendre un arc de cercle dont le centre de gravité sera celui de cette portion de charpente. C'est dans cette ligne qu'on considère sa courbure.

La longueur du bau ou la corde de l'arc 10,395 & le bouge de 0,244 suffisent pour donner l'arc, la demi-corde étant le sinus, dont le bouge est le sinus verse; car on aura le rayon en faisant d'abord cette proportion :

$$0{,}044 : \tfrac{1}{2} \times 10{,}395 :: \tfrac{1}{2} \times 10{,}395 : \frac{(\frac{1}{2} \times 10{,}395)^2}{0{,}244} = 100{,}7131$$

On voit que $110{,}7131 + 0{,}244 = 110{,}9571$ = le diamètre du cercle & $\frac{1}{2} \times 110{,}9571 = 55{,}4785$ = le rayon (*a*).

(*a*) Si l'on considère que $\frac{1}{2}\left(110{,}7131 + 0{,}244\right)$ ou $\frac{1}{2}\left(\frac{(\frac{1}{2} \times 10{,}395)^2}{0{,}244} + 0{,}244\right)$ $= 55{,}4785 = r$; généralisant, on aura tout de suite $\frac{1}{4} \times \frac{\overline{\text{fin.}}^2}{\text{fin.}'} + \text{fin.}' =$ $\frac{1}{2\,\text{fin.}'} \times \left(\overline{\text{fin.}}^2 + \overline{\text{fin.}'}^2\right) = \frac{\overline{\text{fin.}}^2 + \overline{\text{fin.}'}^2}{2\,\text{fin.}'} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{corde}^2 + \text{flèche}^2}{2 \times \text{flèche}} = r.$

Au surplus, cette formule qui donne directement le rayon, n'abrège pas le calcul numérique.

Appelons R le rayon des tables, & généralement r celui du bouge; pour réduire notre sinus à celui des tables, & par ce sinus avoir l'arc, faisons cette proportion (r) $55,4785 : R\,(N\,10) : : \frac{1}{2} \times 10,395 : \frac{R \times 5,1975}{55,4785} =$ sinus de l'arc de 5°. 22′ 32″.

On a besoin d'avoir les minutes & secondes en décimales; pour cela, après avoir réduit de manière à n'avoir que des secondes, il faut multiplier ce nombre de secondes par 0,000277777; ou bien par 277777, dont le logarithme est 5,4436963, & retrancher neuf figures du produit. Cette méthode s'appuie sur ce que une seconde ou $\frac{1}{3600} = \frac{27777}{100000000}$ à très-peu près.

On ne prendra que les cinq à six premiers chiffres des neuf retranchés.

Il en résulte que 5° 22′ 32″ = 5,37555.

Reste à avoir le développement de l'arc par rapport au rayon, pour déterminer son centre de gravité par la proportion qu'enseigne la mécanique.

Développons d'abord la circonférence entière par cette proportion:

$113 : 355 : : 110,9571 : \frac{355 \times 110,9571}{113} = 348,582 = N$ 2,5423050.

Et pour avoir le développement de l'arc: faisons celle-ci : 360 : 348,582 : : 5,37555 : $\frac{348,582 \times 5,37555}{360}$ = 5,205051 :

ou plutôt, afin d'avoir un facteur constant pour tous les arcs, 360 : 348,582 : : 1° : $\frac{348,582}{360}$ = 0,9682833, dont le logarithme est $\overline{1},9860025$; & ce quatrième terme sera facteur constant des

des arcs des baux : pour celui-ci on aura $0,9682833 \times 5,37555 = 5,20505$: même quantité. Remarquez que c'eſt ſeulement le $\frac{1}{4}$ arc, n'ayant employé dans le calcul que la demi-corde & le rayon.

On voit (Méc. 288.) qu'on a la diſtance du centre de gravité de l'arc au centre du cercle par cette proportion : ($\frac{1}{4}$ arc) $5,205051$: (ſin.) $5,1975$: : (rayon) $55,4785$: $\frac{5,1975 \times 55,4785}{5,205051} =$ $55,398$.

Pour avoir la diſtance du centre de gravité de l'arc à ſa corde, il faut ſouſtraire le coſinus du $\frac{1}{4}$ arc de la diſtance de ce centre de gravité au centre du cercle : cette diſtance ici de $55,398$; & pour avoir ce coſinus par le moyen de celui des tables, il faut ſe ſervir du rapport de notre rayon (r) au rayon de la table R, ſavoir, $\frac{55,4785}{N\,10}$ dont le logarithme eſt $\bar{9},7441248$, ou $- 8,2558752$.

On trouvera ce coſinus pour le maître bau dont nous nous occupons, de $55,2346$; par conſéquent la diſtance cherchée de $0,1634$; & relativement à la ligne du pont tracée ſur les plans verticaux où aboutiſſent les lignes droites des baux, cette diſtance eſt de $0,034747$ de moins, parce que notre courbe eſt celle où giſent les centres de gravité de la ſuite de ſections $abcBCDAda$, génératrice du ſyſtème, leſquels centres de gravité ſont en deſſous de la ſurface ſupérieure du bau, de $0,034747$, quantité trouvée plus haut : donc $0,1634 - 0,034747 = 0,128623$.

Au lieu de ces deux ſouſtractions, il eſt plus ſimple de retrancher tout de ſuite de la diſtance du centre de gravité de l'arc au centre du cercle, ſon coſinus $+ 0,034747$, & on aura les hauteurs relativement à la ligne du pont. Si

cette ſouſtraction donnoit une quantité négative, cela indiqueroit qu'il faudroit prendre ladite quantité en deſſous de la ligne du pont (*a*).

(*a*) Dans l'emploi de cette méthode il faut :

1°. Réduire le ſinus au ſinus des tables, par le rapport du rayon au rayon des tables, pour avoir l'axe.

2°. Réduire les minutes & ſecondes en décimales.

3°. Développer la circonférence du cercle par rapport au rayon.

4°. Développer l'arc par le rapport de 360 degrés du cercle, à la circonférence relative au rayon.

5°. Faire la proportion pour avoir la diſtance du centre de gravité de l'arc, par rapport au centre du cercle.

6°. Réduire les coſinus des tables à celui de la queſtion, pour en faire la ſouſtraction, afin d'avoir la diſtance du centre de gravité à la corde.

Pour diſpenſer de toutes ces opérations, l'Elève *Bichot* a imaginé de ſe procurer cette diſtance en diviſant le carré du ſinus par le triple du rayon, ce qui ne donne de l'inexactitude que dans les dix-millièmes, lorſque le rapport du ſinus au rayon eſt de moins d'un dixième, comme dans notre queſtion.

En effet, faiſant $S =$ ſinus, $a =$ arc, $r =$ rayon; la diſtance cherchée $= \frac{rS}{a} -$ coſ. a.

$$\text{Or } \frac{rS}{a} - \text{coſ.}\, a = \frac{rS}{a} - \sqrt{r^2 - S^2} = r\left(\frac{S}{a} - \sqrt{1 - \frac{S^2}{r^2}}\right)$$

Cherchons cette dernière valeur ; d'abord celle $\frac{S}{a}$ & enſuite celle $\left(1 - \frac{S^2}{r^2}\right)^{\frac{1}{2}}$.

Au lieu de chercher immédiatement la valeur de $\frac{S}{a}$ procurons-nous celle de $\frac{a}{S}$; nous en ferons le diviſeur de l'unité pour avoir $\frac{S}{a}$. Pour cet effet, calculons la ſérie que donne a en S; l'intégration par ſérie va nous donner cette valeur a en S. Démontrons-le :

PL. XXVIII. Faiſons AM (*fig.* 91'.) $= a$; $MP =$ ſinus; $AM = S$; $CA = CM = r$; $Mm = da$; $rm = dS$.

Les triangles ſemblables CPM, Mrm donnent $CP : rm :: CM : Mm$; c'eſt-à-dire $\sqrt{r^2 - S^2} : dS :: r : da = \frac{r\,dS}{\sqrt{r^2 - S^2}} = \frac{dS}{\sqrt{1 - \left(\frac{S}{r}\right)^2}}$; donc

C'eſt une quantité analogue à celle de l'autre part 1,1634 — 0,034747 = 0,1128623 qu'il faut avoir pour chaque bau, dans laquelle 0,034747 eſt conſtante, le bouge des baux

$$a = \int \frac{dS}{\sqrt{1-\left(\frac{r}{S}\right)^2}} = \int dS\left(1-\left(\frac{S}{r}\right)^2\right)^{-\frac{1}{2}} = \left(\text{Algèbre n°. 150}\right) \int dS \times \left(1+\tfrac{1}{2}\left(\frac{S}{r}\right)^2+\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\left(\frac{S}{r}\right)^4+\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{6}\cdot\left(\frac{S}{r}\right)^6 \text{ &c.}\right)$$

Intégrant par terme (Méch. numéros 83 & 85) on aura :

$$a = \left(S+\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}\cdot r\left(\frac{S}{r}\right)^3+\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{4}\cdot\frac{1}{5}\cdot r\left(\frac{S}{r}\right)^5+\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{1}{7}r\left(\frac{S}{r}\right)^7 \text{ &c.}\right)$$

Donc :

$$\frac{a}{S} = 1+\frac{1}{2.3}\left(\frac{S}{r}\right)^2+\frac{3}{2.4.5}\left(\frac{S}{r}\right)^4+\frac{3}{2.4.6.7}\left(\frac{S}{r}\right)^6 \text{ &c.} =$$

$$\left(\text{faiſant } \left(\frac{S}{r}\right)^2 = \zeta\right) 1+\frac{1}{6}\zeta+\frac{3}{40}\zeta^2+\frac{5}{112}\zeta^3 \text{ &c.}$$

Diviſons l'unité par cette ſérie, Algèbre n°. 36.

dividende 1 | $1+\frac{1}{6}\zeta+\frac{3}{40}\zeta^2+\frac{5}{112}\zeta^3$ &c. diviseur.

$$1-\frac{1}{6}\zeta-\frac{17}{360}\zeta^2-\frac{467}{15120}\zeta^3 \text{ &c. quotient} = \frac{S}{a}.$$

Actuellement développant $\left(1-\left(\frac{S}{r}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} = \left(1-\zeta\right)^{\frac{1}{2}}$ Algèbre n°. 150, on aura $1-\frac{1}{2}\zeta-\frac{1}{8}\zeta^2-\frac{1}{16}\zeta^3$ &c. à retrancher de la valeur de $\frac{S}{a}$, & on a $\frac{S}{a}-\left(1-\zeta\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{3}\zeta+\frac{7}{90}\zeta^2+\frac{289}{7560}\zeta^3+$ &c. & pour $\frac{rS}{a} - \sqrt{r^2-S^2} = \frac{rS}{a}$ — cof. a, rétabliſſant la valeur de $\zeta = \left(\frac{S}{r}\right)^2$, on aura $\frac{1}{3}\cdot\frac{S^2}{r}+\frac{7}{90}\cdot r\cdot\left(\frac{S}{r}\right)^4+\frac{289}{7560}\cdot r\cdot\left(\frac{S}{r}\right)^6+$ &c.

Or, faiſant $N = \frac{2}{43}$, rapport ordinaire du bouge au ſinus, on aura $2r - NS = \frac{S}{NS}\times S = \frac{S}{N}$ ou $2r = NS+\frac{1}{N}S = \left(N+\frac{1}{N}\right)S$ ou $\frac{S}{r} = \frac{2}{N+\frac{1}{N}} =$

étant ſuppoſé toujours un arc du même cercle, & ayant effectivement conſtamment la même courbure, puiſqu'ils ſont travaillés ſur le même gabarit.

Pour avoir la quantité variable, il faut ajouter le logarithme 8,2558752 (voyez le calcul ci-après, page 239) du rapport du rayon des tables à celui du rayon de l'arc du bouge, au logarithme de la demi-longueur du bau ou de notre ſinus, & on aura le logarithme du ſinus des tables ſervant à trouver la quantité de degrés de l'arc & ſon coſinus.

On multipliera l'arc trouvé en degrés & parties décimales de degrés, par 0,9682833 (page 232) (ſon

---

$\frac{2N}{N+1}$ = (mettant la valeur de N) $\frac{172}{1853}$ = 0,098231, d'où la quatrième puiſſance $\left(\frac{S}{r}\right)^4$ = 0,000074236.

Quant à r, S pour le plus grand vaiſſeau ne pouvant être que 8 mètres, de $\frac{S}{r} = \frac{8}{r}$ = 0,098233, tirez la valeur de r, vous aurez $r = \frac{8000000}{98233}$ = 86,186.

Ainſi, pour ce cas du vaiſſeau à trois ponts, le plus défavorable, on auroit pour ce ſecond terme

$$\frac{7 \times 86,186}{90} \times 0,000074236 = 0,000049773.$$

Ce qui ne fait pas un demi-millième, & par conſéquent il eſt négligeable; & de la rapidité du décroiſſement qu'il préſente, on conclut que les ſuivans ne méritent aucune attention.

On peut donc employer pour avoir la diſtance du centre de gravité des portions de pont par bau, à la corde du bouge, la méthode de l'Élève *Bichot*, ſavoir, de diviſer le carré du ſinus ou de la demi-longueur du bau par le rayon, & prendre le tiers du produit. A la vérité elle ſuppoſe le rapport exact & conſtant du bouge à la longueur du bau, ou de la flèche à la corde, de $\frac{1}{47}$; ce qui peut faire quelque différence, mais auſſi peu ſuſceptible d'attention. Cependant par cette raiſon, notre calcul ne revient pas au ſien avec préciſion.

logarithme eſt $\bar{1},98600243$ ou $\bar{1},9860025$); c'eſt le degré de la circonférence du cercle dont 55,4785 eſt le rayon; & on aura le développement de l'arc pour le bau, qui ſera le premier terme d'une proportion dont le ſecond doit être la demi-longueur de la ligne droite du bau ou de la corde, & le troiſième le rayon : le quatrième terme ſera la diſtance du centre du cercle au centre de gravité cherché.

On obſerve qu'il faut employer beaucoup de décimales, ſi l'on veut avoir une exactitude ſatisfaiſante, vu le peu de différence du développement d'arcs auſſi petits, à leurs cordes reſpectives.

On voit qu'il faut avoir la longueur de ces baux d'après leur diſtribution : ainſi il faut faire un plan du pont (*fig.* 93), ſans y comprendre l'épaiſſeur des membres & des vaigres ou bauquières. Pl. XXXI.

Pour abréger, au lieu de faire l'opération pour chacun des 36 baux & du bordage qui lui appartient, on prendra des parties de 3 baux & 3 diſtances, & on opérera ſeulement ſur celui du milieu : ainſi, partant de l'avant, on opérera ſur le ſecond bau, ſur les 5e, 8e, 11e, 14e, 17e, 20e, 23e, 26e, 29e, 32e & 35e; bien entendu qu'on triplera les volumes & poids de ces parties. (Voyez la figure 93.)

Entrons dans quelques détails de l'opération, pour en donner une parfaite intelligence.

Prenons ſur le plan vertical-longitudinal (*fig.* 91), les diſtances au deſſus de la quille des points de rencontre de la ligne du pont de la batterie avec la projection du gabariage des couples de levée; rapportons ces diſtances Pl. XXIX.

ou hauteurs ſur le plan vertical-latitudinal ou des cou-
Pl. XXX. ples (*fig.* 92), chacun à chacun. Développons la projection
Pl. XXXI. horizontale du pont (*fig.* 93) ; les projections de couples y étant diſtribuées, on prendra les largeurs ſur le plan vertical-latitudinal, et on les portera chacune à chacune ſur le plan horizontal, avec l'attention de rentrer le point de l'épaiſſeur de la membrure & de la ſerre de baux que l'on trouve dans le Tableau I, liſſe cinquième. On rentre le point pareillement à l'étrave & à l'étambot ; & on a la configuration du pont dont on a trouvé la longueur de 43,69 mètres [page 230, ligne 7] (*).

On y diſtribue les lignes du milieu des baux pour le calcul, de manière à ce qu'il ſe trouve entr'elles la diſtance mentionnée (page 230, ligne 14), 1,214 mètres, & demi-diſtance à l'étrave & à l'étambot.

On n'a égard, comme nous venons de le dire, qu'au 2e, 5e, 8e, & ainſi de ſuite, de trois baux en trois baux.

On rapporte ſur la ligne du pont du plan vertical-
Pl. XXIX. longitudinal (*fig.* 91), au moyen d'une contre-marque, la projection de ces douze baux, bien diſtribués comme ſur le plan horizontal du pont, où l'on fait le relevé de leur longueur ; c'eſt là où nous avons trouvé la demi-longueur du maître bau ſur lequel nous avons opéré, de 5,1975 mètres (le bau entier 10,395 mètres).

Celle du ſecond bau, à compter de l'avant employé dans le calcul, eſt de 2,978 mètres.

Il faut, comme on vient de le dire (pag. 236, lig. 4)

(*) Partout où l'on trouvera de ſemblables renvois, on aura recours à la page & à la ligne indiquées : p. 230, l. 7 ſignifie *page* 230, *ligne* 7 de l'Ouvrage.

ajouter à ſon logarithme, le logarithme 8,2558752, &c. Reprenez le diſcours, & en même temps remarquez l'opération.

Logarithme du $\frac{1}{2}$ bau en queſtion ou ſinus (r) 2,978 mètres..... = 0,4739247.

Logarith. du facteur pour avoir le ſinus des tables..... = 8,2558752

Logarith. du ſinus(R) (arc 3°4′ 37″). 8,7497999

Logarith. du coſinus (R) (même arc). = 9,9993735

Logarith. du facteur pour avoir le coſ. de notre rayon (r) (p. 233, l. 10.).... = $\bar{9}$,7441248

Logarith. du coſinus 55,398540 relatif à notre rayon..... = 1,7434983

Ci.....55,398540 / 0,034747 } Diſtance conſtante du lieu du Centre de gravité à la ſurface ſupérieure des baux, p. 233, l. 24.

55,433287

4′ 37″ = 277″; logarithme 277..... = 2,4424798

Logarith. 277777 pour avoir des déc. de degrés (p. 232, l. 5.)..... = 5,4436963

Logarithme 76944050 (dont retranchant 9 chiffres) = 0,076944050... = 7,8861761

Logarithme 3° 4″ 37‴ = 3,076944, en décimales..... = 0,48811956

Logarithme du degré pour notre rayon (p. 237, l. 1.)..... = $\bar{1}$,9860024$\underline{3}$

Développement de l'arc en mètre... = 0,47412199

Logarithme du $\frac{1}{2}$ bau ou ſinus (*r*) 2,978, page 239, lig. 5..... = 0,4739247

Logarithme de notre rayon (*r*) 55,4785 p. 231, l. 14..... = 1,7441248

2,21804950

Logarithme du développement ci-deſſus de l'arc..... 0,47412199

Logar. 55,4533 diſtance du centre du cercle au centre de gravité de l'arc..... = 1,74392751

55,4333 à déduire (p. 239, l. 17).

0,0200 (environ 9 lig.) verticalement au deſſus de la ligne du pont.

6,2599 creux ou diſtance de la contre-marque du 2e bau de l'avant au deſſus de la quille, priſe à ouverture de compas.

6,2799 diſtance du centre de gravité de cette portion du pont au deſſus de la quille.

Nous avons vu (p. 230, l. dernière) que la ſection conſtante du bau & de la portion du bordage qui lui appartenoit à l'égard d'un trente-ſixième de la longueur du pont, eſt de 0,171775 mètres. Il faut multiplier cette quantité par 3, puiſque nous ne conſidérons que 12 baux, & multiplier cette quadrature par la longueur du bau $2 \times 2{,}978$ mètres, pour avoir la ſolidité; & enſuite multiplier la ſolidité

ſolidité trouvée par 6,2799, diſtance ci-contre pour avoir le moment. $3 \times 0{,}171775 \times 2 \times 2{,}978 = 3{,}06924$

$3{,}06924 \times 6{,}2799 = 19{,}2744.$

Ou bien comme les quantités, 3 pour tripler, 2 pour doubler le demi-bau ou ſinus, & 0,171755 ſurface de la ſection ſont conſtantes, multipliez la longueur des 12 demi-baux chacun par la diſtance trouvée du centre de gravité à la quille, & diviſez la ſomme des momens par celle des longueurs de ces 12 demi-baux : on aura également la diſtance du centre de gravité du pont à la quille.

Ainſi donc, ayant fait le calcul pour les 12 baux, on dreſſeroit le Tableau ci-après, qui préſente le réſultat de l'opération.

Nos.	Baux.	Hauteur verticale du Centre de gravité au deſſus de la ligne du pont.	Creux ſur la Quille, à chaque Bau.	Somme ou hauteur du Centre de gravité au deſſus de la Quille.	Momens.
2	2,978	0,020	6,260	6,280	18,702
5	4,682	0,095	6,102	6,197	29,014
8	4,980	0,122	5,996	6,118	30,468
11	5,089	0,124	5,912	6,036	30,717
14	5,197	0,128	5,883	6,011	31,239
17	5,197	0,128	5,827	5,955	30,947
20	5,143	0,126	5,816	5,942	30,560
23	5,116	0,124	5,845	5,969	30,537
26	4,980	0,122	5,915	6,037	30,064
29	4,791	0,106	6,038	6,144	29,436
32	4,481	0,086	6,208	6,294	28,203
35	3,993	0,061	6,409	6,470	25,835
	56,627				345,722

Diſt. du c. de gr. à la quille, $\frac{345,722}{56,627}$ = 6,1053 mètres.

	pi.	po.	li.
Creux de la frégate ſur quille, au milieu de ſa longueur.....	17	10	6
Bouge au maître bau.....	0	9	0
Epaiſſeur du Bordage.....	0	3	0
	18	10	6 ou 6,1320

Cette quantité n'excède la diſtance du centre de gravité que de (moins d'un pouce)..... 0,0167

Somme pareille..... 6,1053

Ainſi on peut, dans les bâtimens d'une conſtruction ordinaire, généralement conſidérer le centre de gravité des ponts comme giſant dans la ſurface ſupérieure du bordage au milieu du maître bau; c'eſt-à-dire que pour le premier pont ou le pont de la batterie, ſi l'on veut avoir la diſtance de ſon centre de gravité au deſſus de la quille, il faut ajouter au creux pris au milieu, le bouge & l'épaiſſeur du bordage.

On ſouſtrait de ce creux pour le faux pont, on y ajoute pour les autres ponts ou gaillards, leur hauteur reſpective relativement au premier pont, & on augmente pareillement la quantité trouvée, du bouge & de l'épaiſſeur du bordage qui appartiennent à celui ſur lequel on opère.

Si, d'après cette remarque, on ſe diſpenſe du calcul: négligence d'autant plus tolérable, que les ponts ſe déforment dès la miſe à l'eau des bâtimens, vu l'arc, il faut cependant ſe procurer la ſolidité de ces ponts. Pour

cela il eſt toujours néceſſaire d'en tracer la projection horizontale, ſoit par le moyen que nous avons propoſé plus haut, ſoit par le moyen du plan vertical-latitudinal intérieur, abſolument néceſſaire pour le calcul du chargement : on fait par les méthodes ordinaires celui de ſa ſurface; quant à ſa hauteur ou épaiſſeur, il faut ajouter à l'épaiſſeur du bordage, les $\frac{1}{9}$ de la hauteur ou de la dimenſion du bau ſur le tour. Par exemple, notre frégate a 0081 mètres d'épaiſſeur de bordage du pont, & 0,271 de hauteur de bau (p. 230, l. 1 & 22); on peut conſidérer ce pont comme ayant d'épaiſſeur $0081 + \frac{1}{9} \times 0{,}271 = {,}0141$. On conçoit que cette règle provient de ce que la diſtance entre les baux étant de trois fois & demie la largeur du bau, avec la place qu'il occupe, cela fait quatre largeurs & demie, qui ſe trouveroient doublées en plein par des bordages ayant d'épaiſſeur les $\frac{1}{9}$ de la hauteur du bau.

On a ſuppoſé le pied cube de la carcaſſe peſer 80 liv. (pag. 222, lig. 16); pour les ponts, comme il n'y eſt queſtion que d'une augmentation pour les fers, les courbes, il ſuffira ordinairement de l'eſtimer à 70 liv. ou $29{,}174 \times 70$ le mètre cube.

Ainſi, pour ce pont de la batterie, on a, à l'égard de l'eſpace entre les ordonnées extrêmes : (56,627 (p. 241, l. dernière))

Diſtances. Epaiſſeurs.

$$= \frac{1}{2} \times (2{,}978 + 3{,}993) \times 3 \times 1{,}214 \times 0{,}141 \times 29{,}174 \times 70 = 55769 \text{ livres.}$$

Pour les deux côtés, ou en tout, 55,769 tonneaux.

Pour les parties de l'avant & de l'arrière, conſidérant celle de l'avant comme triangulaire, par compenſation

on peut conſidérer celle de l'arrière comme rectangulaire, ſe terminant à la voûte, & on a :

$(\frac{1}{2} \times 1{,}214 \times 3{,}993 + \frac{1}{4} \times 1{,}214 \times 2{,}978) \times 0{,}141 \times 29{,}174 \times 70 =$ 2,864 ton.

Principale partie de l'autre part...	55,769
Poids total.....	58,633

Pl. XXVIII. Pour vérification, multipliez la ſurface de ſection *a b c B C D A d a* (*fig.* 90) de $\overline{0{,}271}^{2} + 1{,}214 \times 0{,}081 = 0{,}171775$, par la ſomme des longueurs de baux 56,627, & enſuite par trois, parce qu'ils ſont pris de 3 en 3 ; vous trouverez, réduiſant en pieds, livres & tonneaux, 59,5935 tonneaux.

Cette manière d'enviſager l'objet donne près d'un tonneau de plus, & on ne s'en étonnera pas, ſi l'on conſidère qu'elle préſente le pont comme terminé par des quantités ſenſibles de l'avant & de l'arrière, quoiqu'il n'y ait que de l'arrière où ſa largeur doive entrer néceſſairement en conſidération.

Au ſurplus, une fois bien arrêté que le centre de gravité des ponts gît dans la ſurface ſupérieure du bordage au milieu du maître bau, on ſe diſpenſera d'en faire cette diſtribution factice, & on calculera la ſurface de ces ponts au moyen des ordonnées ordinaires ou projections de couples, comme on calcule les ſections de flottaiſon.

De cette manière on a trouvé la ſolidité du faux pont être de 48 tonneaux, celle des gaillards, conſidérés comme prolongés (page 224, lig. 21), 31 tonneaux.

La distance du centre de gravité du pont de la batterie relativement au creux, étant au dessus de la quille (pag. 242, lig. 6) de 6,132 mètres, & par rapport au dessous de cette quille, de 14 po. ou 0,379 mètres de hauteur, de 6,511 mètres ; celle du faux pont ayant pour hauteur 1,714 de dessus bordage à dessus bordage, sera de 6,511 — 1,714 = 4,797. Celle des gaillards ayant pour hauteur 1,935 mètres, *id.* sera 6,511 + 1,935 = 8,446, & on aura :

	POIDS.	RELATIVEMENT AU DESSOUS DE LA QUILLE.	
		DISTANCES.	MOMENS.
Fauxpont.....	48	4,797	230,256
Pont.....	59	6,511	384,149
Gaillards.....	31	8,446	261,826

On a trouvé (pag. 224, lig. 21) quelques raisons qui tendent à légitimer la supposition des gaillards prolongés : on peut y ajouter la considération des mâts de hunes de rechange, & autres dromes qui se placent à l'ouverture entre ces gaillards.

Quant aux distances du centre de gravité au plan vertical passant par le 8 arrière, qui cependant ne nous sont pas nécessaires pour le présent, calculées comme on le fait pour les sections d'eau (Méch. n°. 299) : on a 55 pi. ou 17,866 mètres pour le faux pont ; 56 pi. ou 18,191

mètres pour le pont de la batterie; 50 pi. ou 16,242 mètres pour les gaillards, & on aura :

	POIDS.	RELATIVEMENT AU 8 ARRIÈRE.	
		DISTANCES.	MOMENS.
Fauxpont.....	48	17,866	857,568
Pont.....	59	18,191	1073,269
Gaillards.....	31	16,242	503,502

CHAPITRE SECOND.

Du Poids & du Centre de gravité des objets contenus dans la Cale.

PRENONS pour exemple la même frégate.

Le mieux ſeroit de calculer le centre de gravité de ſyſtème, d'après les momens de chaque partie priſe en détail; les ingénieurs les plus laborieux & qui auront le plus de temps, le feront ſoit dans un moment, ſoit dans l'autre; mais en attendant nous préſentons un moyen abrégé qui peut équivaloir.

Il n'eſt queſtion que de déterminer l'emplacement des objets contenus dans la cale, d'après l'échelle de capacité dont nous enſeignons la conſtruction.

Nous diviſons ces objets ſeulement en trois parties, le leſt de fer, le leſt de pierre, & en général la charge.

Chacun de ces trois objets occupe plus ou moins d'eſpace, en raiſon inverſe du plus ou moins de peſanteur

ſpécifique qu'on leur reconnoît. Nous les rapportons au tonneau de 2000 livres d'eau de mer, occupant 28 pieds cubiques.

Nous eſtimons celles { du leſt de fer.. 6 : 1 ; du leſt de pierre 3 : 2 ; de la charge.... 28 : 51 }

Cette dernière ſuppoſition n'eſt pas inattaquable; mais elle a été faite d'après une expérience fort étendue (*a*),

(*a*) Cette expérience, faite par ordre du maréchal de Caſtries, alors miniſtre de la marine, avoit pour but de déterminer une méthode de jaugeage; je la fis au Hâvre ſur une vingtaine de bâtimens de toutes conſtructions; elle fut faite dans tous les ports de commerce ſur cent cinquante navires, d'après l'inſtruction que je dreſſai pour l'uniformité dans les opérations.

On prenoit un bâtiment lége; on ſe faiſoit donner, par le capitaine, ſon tirant d'eau en charge; par une ſouſtraction du tirant d'eau lége de celui-ci, on avoit la hauteur de la tranche devant ſe ſubmerger par le poids du chargement, que l'on appelle par là *l'expoſant de la charge*. Au moyen de lignes à-plomb arraſant le fort du navire dans pluſieurs points déterminés de ſa longueur, on prenoit des diſtances horizontales de ces lignes au bordage, perpendiculairement à la ſection verticale-longitudinale du bâtiment : cela à la flottaiſon lége, c'eſt-à-dire au ras de l'eau; enſuite à une diſtance verticale de l'eau donnée par la hauteur de l'expoſant de charge, enfin à la moitié de cette hauteur pour avoir une ſection moyenne. Ces diſtances ſouſtraites des largeurs priſes au fort aux ſuſdits points déterminés, toujours au moyen des lignes à-plomb, & chacune à chacune, mettoient à même d'avoir trois ſections d'eau, & en conſéquence de calculer le déplacement de cet *expoſant de charge*; on l'évaluoit en quantité de tonneaux de 2000 liv. de poids, reconnus de 28 pieds cubes.

Après cela, par des opérations également multipliées, on cuboit exactement la cale & tout l'eſpace propre à recevoir la cargaiſon; on avoit une autre quantité en pieds cubes; or, le rapport de la première à celle-ci s'eſt trouvé en dernière analiſe être 28 : 51; c'eſt-à-dire qu'il y a autant d'eſpaces de 51 pi. dans la capacité du bâtiment, qu'il y a de tonneaux de 28 pi. dans l'expoſant de charge : ce qui fut examiné avec d'autant plus d'attention, qu'on étoit prévenu, contre ce réſultat, par une ancienne ordonnance qui attribue 42 pieds cubes d'eſpace ou d'arrimage par tonneau de poids. Au ſurplus, dans la loi pro-

& on reconnoîtra d'après les calculs particuliers qu'on pourra faire, qu'elle ne s'écarte pas ſenſiblement de la vérité.

Paſſons aux procédés.

Le préalable eſt de déterminer la quantité de leſt & de charge. Arrêtons-nous à 69 tonneaux de leſt de fer, 40 tonneaux de leſt de pierre, 200 tonneaux de charge.

Cette charge conſiſte en munitions de guerre, de bouche, rechange : elle eſt calculée ſur le pied de 6 mois de vivres, 3 mois d'eau pour 220 hommes d'équipage, d'après les règlemens à l'égard des munitions de guerre, rechange, manœuvres de combats, &c. En voici le détail.

Vivres pour 6 mois.....	66	tonneaux.
Eau pour 3 mois.....	62	
Poudres.....	6	
Pièces à vin.....	8	
Pièces à eau.....	15	
Barils de poudre, gargouſſes, &c...	2	
Boulets.....	12	
Tables.....	14	
Bois à brûler.....	15	
	200	

poſée ſur le jaugeage, la ſouſtraction d'un douzième ſur le tonnage d'un bâtiment à un ſeul pont ſur lequel il y a quelque reſſource pour le logement de l'équipage, réduit ce tonneau d'eſpace à 46 pi. $\frac{1}{2}$; & quant aux bâtimens non pontés, le creux étant près du plat-bord, cela leur donne une capacité telle que ſi on lui donnoit pour diviſeur une quantité moindre que 51 pieds, il en réſulteroit un déplacement auquel ces barques ne pourroient atteindre ſans être ſurchargées. Sur cet objet, il y a tant à dire relativement aux lieux, aux temps, aux longueurs de traverſées, que cela a rendu la queſtion du jaugeage difficile à réſoudre ; & ce n'eſt pas ici le lieu de le faire.

Le

Le rapport de 51 à 28, pour l'emplacement qu'occupe le chargement dans la cale, pourra paroître fort extraordinaire à l'égard des boulets; mais il faut ſavoir qu'une très-grande partie, ſouvent même une trop grande partie, eſt placée ſur le pont, dans les parcs à boulets; ce qui rappelle plus ou moins à l'exactitude : le rapport eſt d'ailleurs trouvé fort bon pour le reſte.

Le nombre d'équipage a été calculé pour paix, d'après le règlement concernant les équipages. (*Voyez* mon Encyclopédie Maritime, 2e. Tome, p. 186 & ſuivantes.)

Officiers de l'État-Major.....	10
Aſpirans.....	6
Maîtres & matelots.....	150
Pour le ſervice de ſanté, des cuiſines.	13
Mouſſes.....	22
Ouvriers, valets, paſſagers, eſtimés à.	19
	220 hommes.

La quantité de vivres en peſanteur a été calculée auſſi ſur les règlemens. *Voyez* DÉTAIL, même volume de l'Encyclopédie, particulièrement p. 22 & 23; on en a relevé les tables & obſervations ci-après :

Pour notre objet, nous n'avons dû conſidérer que les navires faiſant des voyages aux Colonies, parce que leurs cargaiſons ſont en ſubſiſtances & autres denrées néceſſaires aux communs beſoins de la vie; ce qui forme auſſi la charge des vaiſſeaux de guerre. Ces cargaiſons rèmpliſſent ces bâtimens de commerce en même temps qu'elles les chargent : car communément ils ne prennent pas de leſt, & c'eſt ainſi qu'il faut 51 pi. d'eſpace pour un tonneau de 2000 liv. de déplacement cubant 28 pi.: ce qui nous a fait adopter ce rapport.

ABLE de la quantité de Vivres par Mois, par Homme, ſuivant les Règlemens.

POUR CHAQUE HOMME.	PENDANT LES 35 PREMIERS JOURS.	PENDANT LES 25 JOURS SUIVANS.	PENDANT LES 30 JOURS SUIVANS.	TOTAL POUR LES 3 PREMIERS MOIS.	PENDANT LE MOIS SUIVANT, ET AINSI DES AUTRES.
	liv. onces.	liv. onces.	liv. onces.	liv. onces.	liv. onces.
Biſcuit.....	39 6	28 2	33 12	104 4	33 12
Vin { par jour $\frac{1}{4}$ de pinte / de 23 onces..... }	50 5	35 15	43 2	129 6	43 2
Lard.....	10 dî.(*a*) 3 12	7 dî. 2 10	12 dî. 4 8	10 14	21 dî. 7 14
Bœuf ſalé.....	5 dî. 2 8	3 dî. 1 8	5 dî. 2 8	6 8	0 0
Pieds & têtes.....	5 dî. 2 13	3 dî. 1 11	0 0	4 8	0 0
Morue.....	15 dî. 3 12	0 0	0 0	3 12	0 0
Huile.....	0 15 $\frac{7}{10}$	0 7	0 7	1 13 $\frac{7}{10}$	0 7
Vinaigre.....	1 8 $\frac{6}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$	2 6 $\frac{4}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$
Fromage.....	0 0	2 dî. 0 6	8 dî. 1 8	1 14	4 dî. 0 12
Pois.....	12 ſo.(*b*) 3 0	{ 1 dî. & 11 ſo. } 3 0	{ 2 dî. & 10 ſo. } 3 0	9 0	{ 2 dî. & 10 ſo. } 3 0
Fèves.....	12 ſo. 3 0	12 ſo. 3 0	12 ſo. 3 0	9 0	12 ſo. 3 0
Riz.....	11 ſo. 1 6	{ 9 dî. & 2 ſo. } 1 6	{ 3 dî. & 8 ſo } 3 0	4 2	{ 3 dî. & 8 ſo. } 1 6
	112 6 $\frac{1}{10}$	78 7 $\frac{1}{10}$	93 9 $\frac{9}{10}$	284 8 $\frac{1}{10}$	93 11 $\frac{9}{10}$

(*a*) Dî.... Dîners, ainſi des autres. (*b*) So..... Soupers, ainſi des autres.

On embarque un quart en ſus de vin pour la demi-ration des Officiers mariniers & autres ayant droit.

On embarque pour les campagnes de la Méditerranée, un ſixième de moins de viandes ſalées; & pour celles de l'Amérique, un douzième: quantité que l'on juge pouvoir fournir en viande fraîche dans les lieux de relâche.

Dans les vaiſſeaux qui ont peu de cale, ou pour d'autres raiſons, on embarque quelquefois de l'eau-de-vie en place d'une partie du vin; la ration de cette boiſſon eſt le quart de celle du vin.

Il n'eſt pas dit qu'on fourniſſe abſolument la ration comme elle eſt établie ci-deſſus: on peut embarquer plus d'une denrée & moins de l'autre; mais dans la diſtribution on obſerve toujours la proportion que l'on peut reconnoître dans la table ci-contre. On embarque une certaine quantité de farine en place de biſcuit; ce que l'on prend de farine, doit peſer un tiers en ſus du biſcuit qu'elle remplace.

On embarque ſur le pied d'une barrique & un quart d'eau par jour, pour cent hommes. L'eau ſe met dans des pièces cerclées en fer; le vin de même, excepté celui qui doit ſe conſommer dans le premier mois de la campagne. Les ſalaiſons ſont dans des fûts ordinaires, la farine dans des quarts fort légers: on a donné le poids & les dimenſions de ces différens articles de tonnellerie, au mot *Bot* (*a*).

Le biſcuit & les légumes ſe mettent en ſoutes.

(*a*) On prévient que les renvois à des mots, ſont des renvois à l'Encyclopédie maritime: *au mot Bot*, voyez le mot *Bot* de cet ouvrage.

On embarque de bois pour les cuiſines, pour chaque mois de campagne, les quantités ſpécifiées ci-après :

Vaiſſeau de 110 canons, 20 cordes, de 2 pi. $\frac{1}{2}$ à 3 pi. de long.		ou...	550 quint.
de 80 canons, 18 cordes		ou...	500
de 70 à 74...	15.....	ou...	425
de 60 à 64...	12.....	ou...	300
de 50.....	10.....	ou...	250
Frégat. de 30 & groſſes Flûtes.....	6.....	ou...	150
Corvettes au deſſous de 30 & petites Flûtes.	4.....	ou...	100
Bâtimens au deſſous de 50 hommes....	2.....	ou...	50

Le bois d'arrimage ſe prend en ſus de ces quantités.

On voit dans la table, que la quantité peſante en vivres va à près de 94 livres par homme, par mois ; on paſſe 100 livres à cauſe du coulage ; ce qui produit les 66 tonneaux.

Suivant le même règlement, on paſſe une barrique $\frac{1}{4}$ d'eau par 100 hommes, par jour, eſtimant la barrique à 500 liv. ; cela a donné pour trois mois les 62 tonneaux.

C'eſt d'après le règlement, page 235 de l'Encyclopédie, premier Tome, qu'on a trouvé 6 tonneaux de poudre pour 26 canons de 12 & 14 canons de 6 ; & 12 tonneaux de boulets, mitraille, gargouſſes.

Les vivres, excepté le vin, le peu qu'on embarque de farine, ſe mettent en ſoutes, leſquelles ſont compriſes dans les emménagemens.

Quant aux futailles ou barils : à l'égard du vin, on

voit dans la table, qu'un homme en conſomme dans le mois 43 liv. ; mettons 50 liv. à cauſe du non plein; cela produit 66000 liv. pour 6 mois, ou 66 pièces de 2 barriques, peſant (Encyclopédie, pag. 174 du premier Tome) 242 livres : ce qui donne les 8 tonneaux.

Pour les 62 tonneaux d'eau, il faut 124 pièces de deux; auſſi à 242 liv. chaque, cela fait 15 tonneaux.

Le baril de poudre de 100 liv. peut peſer 30 à 36 liv.; c'eſt pourquoi on a paſſé pour cet objet 2 tonneaux.

Les 15 tonneaux de bois de cuiſine ſont pour deux mois, d'après la Table ci-deſſus : on ſuppoſera que l'on ſe trouvera à même d'en faire en quelque lieu de relâche.

L'article des Tables ſouffre des variations.

Maintenant il y a, en premier lieu, à faire un bon plan intérieur; en ſecond lieu, d'après ce plan, une échelle de capacité ; en troiſième lieu, à en enſeigner l'uſage, pour déterminer, 1°. celle du leſt de fer; 2°. celle de celui de pierre; 3°. celle de la charge. En quatrième lieu, rechercher le centre de gravité & moment de ces volumes : pareillement; 1°. du leſt de fer; 2°. de celui du leſt de pierre; 3°. de la charge; ce qui ſervira à déterminer ceux des objets contenus dans la cale.

I.

Des Plans de l'intérieur.

On fait un plan vertical-latitudinal de l'intérieur (*fig.* 94), d'après le plan vertical-latitudinal qui donne le gabarit des couples. Pl. XXXI.

Pour y parvenir, calquez ce plan des gabarits comme vous l'avez fait pour la recherche du centre de gravité de coque, à tous les points de rencontre de la projection des liſſes avec les couples, &c. prenez en dedans de ces points ſur chaque liſſe, l'épaiſſeur de la membrure, du vaigre, que vous trouvez dans le Tableau I de l'état de l'échantillon, &c. qui a ſervi à la méthode pour la recherche du centre de gravité de coque.

Par exemple, on voit qu'à la fauſſe liſſe l'épaiſſeur du vaigre eſt de 0,081 mètres, & l'épaiſſeur de la membrure ſur le tour de 0,298 : en tout 0,379 mètres ou 14 pouces.

Tous les anciens calculs de cette frégate ayant été faits d'après les anciennes meſures, occupé du principal de l'objet, on en a négligé la traduction, que le lecteur peut faire.

C'eſt donc 0,379 mètres ou 14 pouces, à prendre en dedans du point d'interſection du gabariage, par exemple, du maître avec la fauſſe liſſe, c'eſt-à-dire de 1 à 1″ (*fig.* 94.)

On ſuppoſe que les projections de liſſes coupent carrément à-peu-près les projections des couples ; quand il en eſt autrement, au lieu de porter ſur la liſſe le point intérieur que donne l'ouverture du compas, il faut, le point du gabariage pris pour centre (ici le point 1), de cette ouverture de compas, tracer un arc de cercle auquel ſeroit tangent le trait du plan inférieur.

Mais il faut dire quelque choſe du point d'aboutiſſement à la carlingue.

Cette carlingue a 18 pouces de largeur ; il faut donc tirer sur le plan vertical-latitudinal intérieur, des parallèles à la ligne du milieu, à 9 pouces de distance, tribord & babord ; c'est à ces traits, qu'on appelle ligne de la carlingue, que se termine le pied de ces espèces de gabariages intérieurs, & en un point normalement éloigné du gabariage extérieur de 17 pouces ; savoir, 14 pouces d'épaisseur du membre au talon, & 3 pouces de vaigre. Ainsi il doit y avoir 17 pouces de T' en T, de θ en t ; & tt' est la largeur de la demi-carlingue.

Ces points T, t, &c. ne peuvent se trouver sans un peu de tâtonnement ; pour le faciliter, il sera bon de mener sur le plan vertical-latitudinal (*fig.* 92), un trait occulte Oo qui représente la projection de la carlingue, & le compas ouvert de 17 pouces, de faire glisser une de ces pointes sur ce trait extérieur de la carlingue, jusqu'à ce que l'autre pointe soit sur le trait du couple, en son point le plus éloigné de celui de la première qui détermine la ligne $T'T$ (*fig.* 94), & autres semblables : cela donneroit les distances $T'T$ θ t, &c. & par conséquent la détermination des points T, t, &c. Pl. XXX. Pl. XXXI.

Il conviendra de prendre cette hauteur de T au dessus de la quille ; une semblable hauteur aux 4 ou 5 arrière & avant ; une semblable aux talons des 6 avant, 8 arrière ; de porter ces hauteurs sur les projections des mêmes couples dans le plan vertical-longitudinal (*fig.* 91) en $t\,t'\,T\,T'\,T''$, & de faire passer une courbe par ces points : elle donnera exactement la hauteur de tous les autres pieds de gabariage sur les lignes de la carlingue. L'épaisseur de la charpente vers le faux pont en donne Pl. XXIX.

les points A, A' d'aboutiſſement à ſes extrémités; les points d'aboutiſſement des ſections horizontales, dont nous allons parler, ſe trouvent ſur cette ligne de carlingue $A\ t\ t'\ T\ T'\ T''\ A'$.

Pl. XXXI. Ayant tracé le deſſin (*fig.* 94) tel que celui qu'on a ſous les yeux, ou plus exactement, parce que nous ne le donnons que comme figure de démonſtration, il faudra y mener des parallèles au trait de la quille, ou projections de plans horizontaux; n'étant pas des lignes d'eau, on n'a égard à aucune différence; dans ce deſſin on en a tiré une $H\,h$ à un pied du deſſus du vaigre, contiguë à la carlingue; il faut bien déterminer ſa diſtance au deſſus de la quille; elle ſe trouve de 2 pi. 8 po. 6 lig.; le talon & le vaigre donnant une hauteur verticale de 1 pi. 8 po. 6 lig.

A cette parallèle on en tire d'autres de deux pieds en deux pieds $2\,H\,2\,h$, $3\,H\,3\,h$, &c., de manière à avoir quatre ou cinq tranches de deux pieds de hauteur.

Au moyen des ordonnées que donnent ces projections de plans horizontaux, on calcule la capacité comme on calculeroit un déplacement; on a la projection ſur le

Pl. XXIX. plan vertical-longitudinal (*fig.* 91), du trait de la carlingue où aboutiſſent les gabariages intérieurs; en y menant les projections des plans horizontaux $H\,h$, $2\,H\,2\,h$, &c. comme ſur le plan vertical-latitudinal, on y a l'extrémité de ces plans horizontaux (dans ce trait de la carlingue), comme on a l'extrémité des lignes d'eau dans les rablures de l'étrave & de l'étambot: ce qui ſert à avoir les petites parties des ſections horizontales de l'arrière & de l'avant des ſections verticales-latitudinales

latitudinales extrêmes, lorſqu'elles valent la peine d'être calculées.

La partie principale de la cale entre le premier plan ou plan horizontal ſupérieur, & le ſixième ou le plan horizontal inférieur, & entre les ſections verticales latitudinales, 6 de l'avant & 8 de l'arrière, donne une capacité. (*Voyez* Tableau VII) de..... 21572pi. 6po. 7l.

La petite partie au deſſous du plan horizontal inférieur *H h*, conſidéré comme un cône d'un pied de hauteur, a une capacité de....137. 2. 8.

Mais comme elle contient une portion de la carlingue de 18 po. de largeur, & élevée de 6 po. dans la cale, il faut avoir égard à ſa ſolidité, d'autant qu'elle eſt fort ſenſible dans un auſſi petit eſpace, & que d'ailleurs elle ſe trouve dans l'emplacement du leſt de fer : elle eſt de..... 57. 10. 10. } 79. 3. 10.

21651. 10. 5.

Petite partie de l'avant..... 247. 6. 7.

Petite partie de l'arrière..... 107. 7. 6.

22007. 0. 6.

On voit dans ce Tableau, que la principale partie a été calculée ſelon l'uſage ordinaire.

La petite partie du fond a été conſidérée comme cône ayant pour baſe la ſection d'eau inférieure. On a pris

la ſomme des ordonnées du fond ſans déduction d'extrêmes, parce qu'elle ſe termine de l'avant & de l'arrière, à-peu-près à une demi-diſtance; on l'a multipliée par cette diſtance commune; on a doublé pour avoir les deux côtés, & on a enfin multiplié par le tiers d'un pied hauteur du cône. C'eſt ainſi qu'on a eu :

25 pi. 4 po. × 8 pi. 1 po. 6 lig. × 4 po. × 2 = 137 pi. 2 po. 8 l.

Cette capacité contient une portion de la carlingue, dont une partie ſur ſes 18 po. de largeur & 8 diſtances de 8 pi. 1 po. 6 l., conſerve ſa hauteur de 6 pouces; les deux autres de l'avant & de l'arrière ſont coupées en onglets par la ſection d'eau, ayant à-peu-près de longueur pour l'arrière deux diſtances, pour l'avant une ſeule.

C'eſt ainſi qu'on a eu pour parties : priſmatique de la carlingue :

	8 × 8 pi. 1 po. 6 lig. × 1 pi. 6 po. × 6 po. =	48 pi.	9 po.	0 li.
Arrière :	2 × 8 pi. 1 po. 6 lig. × 1 pi. 6 po. × 6 po. × $\frac{1}{2}$ =	6.	1.	1
Avant :	8 pi. 1 po. 6 lig. × 1 pi. 6 po. × 6 po. × $\frac{1}{2}$ =	3.	0.	9
	TOTAL.....	57.	10.	10

Les petites parties de l'avant & de l'arrière ont comme celle du fond, été conſidérées comme coniques, ou plutôt pyramides triangulaires ayant pour baſe : celle de l'avant la ſection du ſixième couple; celle de l'arrière la ſection du huitième ; pour la hauteur leur diſtance à l'arrière & l'avant, priſes dans la ſection horizontale ſupérieure. C'eſt ainſi qu'on a trouvé pour les petites parties : de l'avant 247 pi. 6 po. 7 lig.; de l'arrière 107 pi. 7 po. 6 li.

Ces petites parties du fond, de l'avant, de l'arrière, conſidérées ici comme coniques ou pyramides triangulaires, parce que le bâtiment eſt très-fin, pourroient l'être

dans un bâtiment plus plein, comme paraboloïde dont on multiplieroit la baſe alors par la moitié de ſa hauteur; ou même comme demi-ſphéroïde ou demi-ellipſoïde, dont on multiplieroit la baſe par les deux tiers de cette même hauteur. Il faudra ſe ſouvenir que dans ces trois ſolides, le centre de gravité eſt à une diſtance de la baſe: pour le cône, de $\frac{1}{4}$ de la hauteur; pour le paraboloïde, de $\frac{1}{3}$; pour le demi-ſphéroïde ou demi-ellipſoïde, de $\frac{3}{8}$; mais comme cela dépend d'une eſtimation où il y a toujours de l'arbitraire, il convient de rendre ces parties les plus petites poſſibles; ce ſur quoi l'expérience nous mettra dans le cas de revenir.

Ce calcul de capacités ſert ſeulement à une eſpèce de vérification pour celui par tranche qui nous doit procurer l'échelle de capacité; & le voici (*Voyez* toujours le Tableau VII.):

Pieds.				
1	Petite partie du fond, d'un pi. de haut.	79	3	10
2	Tranche inférieure ou 5e tranche, de 2 pi. de hauteur.....	1763	5	6
3		1842	9	4
2	Tranche quatrième, de *idem*....	3433	3	6
5		5276	0	10
2	Tranche troiſième, de *idem*.....	4706	1	0
7		9982	1	10
2	Tranche deuxième, de *idem*.....	5641	11	1
9		15624	0	11
2	Tranche première, de *idem*.....	6382	5	7
11		22006	6	6

Les petites parties de l'arrière & de l'avant qui ont valu la peine d'être calculées, ſont compriſes dans leurs tranches reſpectives. Dans le calcul en grand, celle de l'arrière a été trouvée de 107 pi. 7 po. 6 li.; celle de l'avant de 247 pi. 6 po. 7 li. : elles ont été conſidérées comme pyramides triangulaires ayant pour baſe une ſection verticale. Les enviſageant toujours ſous la même figure, mais leur donnant pour baſe la petite partie de la ſection horizontale ſupérieure, celle de l'avant comprendra les extrémités avant des quatre tranches; l'extrémité de la tranche ſupérieure ſe trouvera en retranchant de la pyramide totale 247 pi., dont elle eſt un tronc, la pyramide qui la ſurmonte, de trois hauteurs de tranches ou 6 pi. La hauteur de cette nouvelle pyramide étant à la première dans le rapport de 3 à 4, leur ſolidité ſera dans le rapport de 27 à 64; par conſéquent celle cherchée ſera $= \frac{27}{64} \times 247 = 104,2$ & la petite tranche ſupérieure $= 247 - 104 = 143$: on a porté 144, parce que la courbure à cette ſection ſupérieure eſt un peu ſenſible, & qu'approchant du ſommet elle ſe redreſſe; elle devient même rentrante.

La pyramide de l'arrière ne comprend que trois tranches. D'après le même raiſonnement on aura la petite partie de tranches ſupérieures $=$ (107 pi. 6 po. 7 li.) ou 108 pi. $- \frac{8}{17} \times 108 = 76$.

On voit comme on s'eſt procuré les autres.

Il eût été bon de faire la tranche inférieure ſeulement d'un pied de hauteur, ainſi que celle de la petite partie du fond, afin de mieux prononcer la courbure de l'échelle de ſolidité; notre courbure au premier tracé s'eſt trouvée

trop alongée, & il a fallu la corriger d'après la ſection ſupérieure du leſt de fer : quoi qu'il en ſoit, ceci eſt ſuffiſant pour les principes.

II.

De l'Echelle de Capacité.

Vous menez une droite *A B* (*fig.* 95.) de 22006 pi. ou de 2200,6 parties égales qui alors valent chacune 10 pi. cubes ; les 22006 étant la quantité de pieds cubes de capacité que nous avons trouvée dans la cale juſqu'à 11 pi. de hauteur : cette ligne eſt proprement dite l'échelle de capacité. PL. XXXI.

A l'une de ſes extrémités vous élevez une perpendiculaire *A b*, que vous graduez en pi. po. lig. : c'eſt une meſure linéaire ou l'échelle des profondeurs.

Vous remarquerez que dans votre calcul de capacité par tranche, vous avez d'abord une partie au fond d'un pied de hauteur, cubant 79 pi. 3 po. 10 lig., ou 80 pi. ; vous prenez ſur votre échelle *A B*, proprement dite de capacité, diviſée en 2200,6 parties égales, 8 de ces parties, & par le point, à cette diſtance, vous élevez une perpendiculaire ; vous prenez un pied ſur l'échelle de profondeur à partir de ſon point de rencontre *A* avec celle de capacité, ou de l'origine des graduations ; à ce point vous élevez auſſi une perpendiculaire : le point de rencontre *h* des deux perpendiculaires eſt un des points de la courbe d'interpolation, qui a ſon origine au point de rencontre des échelles de capacité & de profondeur.

Pour en avoir le troisième point, vous prenez, toujours de l'origine de graduation des échelles, 1842 pi. 9 po. 4 l. ou 184,3 parties sur celle de capacité, & 3 pi. sur celle de profondeur; les perpendiculaires élevées à ces points vous donneront pour leur rencontre ce troisième point h'.

Par analogie à ce procédé, l'inspection du calcul de capacité par tranche, & celle de la figure, on voit ce que l'on a à faire pour se procurer les 4, 5, 6 & 7 autres points, h'', h''', &c.

Par ces sept points, y compris celui de l'origine, vous faites passer une courbe bien suivie.

Il faut répéter ici qu'ayant pris tout de suite une tranche de 2 pi. après la petite distance du fond d'un pied, la courbure entre ces deux points a été reconnue n'être pas assez bien prononcée pour donner avec exactitude la hauteur du lest de fer; on l'a corrigée au moyen du calcul du plan horizontal supérieur dudit lest de fer à la hauteur qui convenoit. Pour obvier à cet inconvénient, il faut partager cette première tranche en deux; c'est-à-dire qu'on aura la petite partie du fond d'un pied & deux tranches successives d'un pied de hauteur: les autres peuvent rester à deux pieds de hauteur chaque.

On a pensé qu'il étoit plus instructif de faire remarquer le résultat de cette faute dans l'appréciation des négligences, que de le corriger sans mot dire; car dans les arts, pour expédier, il faut éviter ce qui est minutieux; mais il faut de la sagacité & de l'expérience pour apprécier la suite des procédés qui peuvent abréger les opérations.

En employant le mètre, on pourra diviser le premier en cinq parties de deux décimètres chaque,

III.

De l'Uſage de l'Echelle de capacité :

1°. *à l'égard du Leſt de fer.*

Nous avons vu au commencement de cette inſtruction, que la frégate doit prendre 69 tonneaux de leſt en fer; en eau de mer ou l'équivalent, 69 tonneaux, à 28 pieds par tonneau, occuperoient un eſpace de 1932 pi.; mais le rapport de la peſanteur ſpécifique de ce leſt à l'eau de mer étant 6 : 1, l'eſpace néceſſaire au premier ne doit être que le ſixième de celui qu'occuperoit cette eau de mer, ou de $\frac{1932}{6} = 322$ pieds.

D'une ouverture de compas de 32,2, déterminez ſur l'échelle de capacité, à partir de ſon origine, un point auquel vous élevez une perpendiculaire à cette ligne; prenez la diſtance du point de rencontre *f* de cette perpendiculaire avec la ligne d'interpolation à ladite échelle de capacité; portez cette diſtance ſur l'échelle de profondeur, toujours à partir de ſon origine : on trouve 1 pi. 6 po. (on avoit trouvé moins d'abord, par la raiſon que nous avons rapportée plus haut); le leſt de fer montera donc juſqu'à 1 pied & demi du fond. Menez ſur les plans vertical-latitudinal & vertical-longitudinal des capacités ou intérieurs, une parallèle aux projections de plans horizontaux à 18 po. du fond, ou à 6 po. au-deſſus du plan horizontal inférieur; calculez la ſurface de ce nouveau plan horizontal; & la conſidérant comme la baſe d'un cône renverſé, multipliez-la par le tiers de la hauteur ou 6 po.

Cette ſuppoſition que cette partie de la cale eſt conoïdale, n'eſt pas d'une exactitude parfaite : elle eſt plus grande; mais comme la très-petite inexactitude eſt défavorable à la ſtabilité, ſur laquelle il faut avoir toute sûreté, on la laiſſe ſubſiſter; d'ailleurs nous y pourrons trouver quelque compenſation.

Mais ce qu'il n'eſt pas permis de négliger dans un eſpace auſſi petit, c'eſt la ſolidité de la partie de la carlingue qu'elle contient, d'autant qu'elle occupe la place du leſt de fer, 6 à 7 fois plus peſant.

Pour y avoir égard, au lieu de porter les ordonnées du plan horizontal ſupérieur du leſt en totalité, on a déduit de chaque 9 po.; ou, ce qui revient au même, au lieu de les prendre de la ligne du milieu on les prend des lignes de la carlingue.

Cette partie du plan horizontal a donné 489 pi. carrés de ſurface (Tableau VIII), leſquels multipliés par 6 po., tiers de la hauteur, produiſent une ſolidité de 244 pieds 6 pouces.

Mais la carlingue n'occupant ſur ſa largeur de 18 po. que 6 po. de hauteur au milieu, il reſte au-deſſus un eſpace vide d'un pied, pareillement au milieu, auſſi de 18 po. de largeur, trouvé d'une longueur de 96 pi; la conſidérant comme un priſme triangulaire dont les baſes ſont verticales-longitudinales, on a

$$96 \text{ pi.} \times 1 \text{ pi.} \times 6 \text{ po.} \times 1 \text{ pi.} \times \tfrac{1}{12} = 72$$

$$244 \text{ pi. } 6 \text{ po.} + 72 = \times 316 \text{ pi. } 6 \text{ po.}$$

Nous avons vu qu'il faudroit 322 pi. pour les 69 tonneaux; 316 pi. 6 po. n'en donnent pas tout-à-fait 68 : c'eſt

C'eſt ici que nous pouvons trouver la compenſation prévue (page 264, ligne 5.) avec le défaut en capacité que nous a donné la conſidération des courbures alongées de la carlingue, comme des droites, & par conſéquent de la capacité comme conoïdale.

2°. *Du Leſt de pierre.*

La frégate prendra 41 tonneaux de leſt en pierre; à 28 pi. du tonneau ce ſeroit 1148 pi. d'eſpace qu'il faudroit; mais à cauſe du rapport de la peſanteur ſpécifique de ce leſt à celle de l'eau de mer 3 : 2, on a $\frac{2}{3} \times 1148 =$ 765 pieds; ces 765 pieds avec les 322 pieds de leſt de fer, font une ſomme de 1087 pi. qu'il faut prendre ſur l'échelle de capacité; à 1087 pi. ou 108,7 parties, élevez une perpendiculaire; & du point de rencontre *P* de cette perpendiculaire avec la courbe d'interpolation, prenez la diſtance à l'échelle de capacité; voyez ce qu'elle donne en pi., po., lig. ſur l'échelle des profondeurs; vous trouverez 2 pi. 5 po., dont 1 pi. 6 po. pour le leſt de fer: ainſi le leſt de pierre occupera une tranche de 11 po. de hauteur entre le plan horizontal ſupérieur du leſt de fer (l'inférieur à l'égard du leſt de pierre) & le plan ſupérieur dudit leſt de pierre. Il faut projeter ce dernier & le calculer (Tableau VIII), l'ajouter à celui inférieur ou ſupérieur du leſt de fer (avec reſtitution, bien entendu, de ce qui avoit été déduit pour la carlingue, qui n'occupe plus dans les extrémités qu'un eſpace peu ſenſible): la moitié de la ſomme de ces deux plans 857 pi. 5 po. 8 lig., multipliée par l'épaiſſeur de la tranche 11 po., produira 785 pi. ou 42 tonneaux en leſt de pierre. Le calcul ſuppoſe les deux

ſections horizontales de longueurs égales, ce qui n'eſt pas; joint à cela la petite portion de carlingue interceptée entr'elles : cela a pu donner le tonneau d'excédant.

3°. *Du Chargement.*

La partie du chargement qui va dans la cale eſt de 200 tonneaux. Le rapport de ſa peſanteur ſpécifique moyenne à celle de l'eau de mer eſt 28 : 51 ; ainſi il occupera un eſpace de 10200 pi. au-deſſus du leſt de fer & du leſt de pierre, qui en occupent enſemble un de 1087 ; donc ſon plan horizontal ſupérieur ſera à la hauteur que donnera ſur la courbe d'interpolation 11287 pi. cubes, ou 1128,7 parties priſes ſur l'échelle de capacité. Le point d'interſection *C* de la perpendiculaire avec cette courbe eſt à 7 pi. $\frac{1}{2}$ de hauteur.

Il faut calculer le plan horizontal à 7 pi. $\frac{1}{2}$ de hauteur, en ajouter la ſurface à celle du plan à 7 pi., qui a été calculée pour la conſtruction de l'échelle de ſolidité (Tableau VII) ; multiplier la moitié de la ſomme par 6 po. ; vous aurez pour cette petite tranche ſupérieure du chargement (Tableau VIII)..... 1341 pi. 8 po. 7 li.

Enſuite vous avez deux tranches toutes calculées :

La troiſième (pag. 259, lig. 24.) de.	4706	1	0
La quatrième (pag. 259, lig. 22.)..	3433	3	6
Ajoutez-y (*Voyez* la remarque ci-deſſous).....	713	2	2
Total (un peu moins de 10200)...	10194	3	3

Les 713 pi. 2 po. 2 li. que nous avons ajoutés, proviennent de la ſolidité de la petite tranche inférieure de ce chargement. Le leſt de pierre monte juſqu'à 2 pi. 5 po. ; le plan in-

férieur de la quatrième tranche eſt à une hauteur de 3 pi.; il y a donc un eſpace de 7 po. de hauteur entre ces deux plans, dont on a multiplié la moitié de la ſomme par ces 7 po. (Tableau VIII).

I V.

Détermination du centre de gravité du Leſt & du Chargement, relativement à la ligne d'eau en charge.

1°. *Recherche du Moment du Leſt de fer.*

L'emplacement du leſt de fer eſt compoſé de 2 parties; l'une conſidérée comme cône renverſé de 244 pi. 6 po., ou 244 pi. de capacité, ayant 18 po. de hauteur; l'autre de 72 pi. conſidérée comme priſmatique, ayant pour baſe des triangles verticaux-longitudinaux d'un pied de hauteur: la diſtance du centre de gravité à la ſurface ſupérieure du leſt de fer eſt, pour le cône, $\frac{1}{4} \times 18$ po. $= 4$ po. $\frac{1}{2}$; & pour le priſme, $\frac{1}{3} \times 1$ pied $= 4$ po.

$$\frac{244 \text{ p. } c \times 4 \text{ po. } \frac{1}{2} + 72 \text{ p. } c \times 4 \text{ po.}}{244 \text{ p. } c + 72 \text{ p. } c.} = 0 \text{ pi. } 4 \text{ po. } 4 \text{ lig. } \frac{1}{2}$$

Le centre de gravité du leſt de fer ſera donc en-deſſous de ſon plan ſupérieur, de la quantité de... 0 4 4 $\frac{1}{4}$

Ce plan ſupérieur eſt au-deſſous de la quatrième tranche de..... 1 6 0

Les quatre tranches ſupérieures ont enſemble de hauteur..... 8 0 0

La première tranche eſt au-deſſous de la ligne d'eau en charge de..... 0 11 0

Moment du leſt de fer par rapport à la flottaiſon, 69 ×..... 10 9 4

Mais il faut rapporter la distance au-dessous de la quille, & la réduire en mètres. Le tirant d'eau moyen a 6 pi. de batterie, étant de 14 pi. 9 po. 6 li.; cette distance sera (14 pi. 9 po. 6 li. – 10 pi. 9 po. 4 li. $\frac{1}{2}$) × 0,325 = 1,302 mètres; & le moment sera = 69 × 1,302 mètres = 89,838.

2°. *Recherche du Moment du Lest de pierre.*

Le lest de pierre occupe une tranche au-dessus de celui de fer, de 11 po. de hauteur (p. 53, li. 6.); vous en avez les plans supérieur & inférieur, savoir (Tableau VIII), 67 pi. pour la partie variable de la section supérieure, & 38 pi. pour l'inférieure, y compris les restitutions des 9 po. par ordonnées. Les considérant comme base de trapèze, vous aurez la distance du centre de gravité à la section supérieure $= \frac{1}{3} \times 11$ po. $\times \frac{67 \text{ pi.} + 2 \times 38 \text{ pi.}}{67 \text{ pi.} + 38 \text{ pi.}} =$ 5 pouces (Méch. 279.)

Ajoutez à cette quantité de.....	0 pi.	5 po.	0 li.
La distance de ce plan supérieur à la quatrième tranche.....	0	7	0
Les quatre tranches supérieures.....	8	0	0
La distance de la première tranche à la ligne d'eau.....	0	11	0
Moment du lest de pierre par rapport à la flottaison, 41 ×.....	9	11	0

Mais conformément à l'observation faite au lest de fer, le moment sera 41 × (14 pi. 9 po. 6 li. — 9 pi. 11 po.) × 0,325 = 64,944, par rapport au dessous de la quille, & en mètre.

3°. *Recherche du Moment de la charge.*

L'emplacement doit être conſidéré en trois parties; SAVOIR:

1°. La petite tranche en-deſſous de la quatrième tranche ayant de hauteur.....	0 pi.	7 po.	0 li.
2°. Les tranches troiſième & quatrième.	4	0	0
3°. La petite tranche au-deſſus de la troiſième ayant de hauteur.....	0	6	0
	5	1	0
Car, avec les 1 pi. 6 po. de hauteur du leſt de fer, & 11 po. de leſt de pierre, en tout.	2	5	0
On a la hauteur trouvée (p. 54, li. 3.) de la charge.....	7	6	0

Conſidérant toujours la petite tranche de 7 po. de hauteur comme un trapèze ayant pour facteur variable de ſes baſes ſupérieure & inférieure 83 & 67 (Tableau VIII), vous aurez la diſtance de ſon centre de gravité à la ſection ſupérieure $= \frac{1}{3} \times 7 \times \frac{83 + 2 \times 67}{83 + 67} =$ 3 po. 4 lig. (Méch. 279).

Et pour le rapporter à la flottaiſon, ajoutez à ces.....	0 pi.	3 po.	4 li.
Hauteur enſemble des quatre tranches.	8	0	0
Diſtance de la première tranche à la ligne d'eau.....	0	11	0
Diſtance du centre de la petite tranche inférieure à la flottaiſon.....	9	2	4

Continuant à conſidérer les petites tranches comme trapèze, ayant pour celle ſupérieure de 6 po. de hauteur, les facteurs variables des baſes 170 pi. 5 po. 4 lig. & 159 pi. 9 po.

9 lig. (Tableau VIII), ou en nombre rond 170 & 160, on aura la distance du centre de gravité à la supérieure

$$= \frac{1}{3} \times 6 \text{ po.} \times \frac{170 \text{ pi.} + 2 \times 160 \text{ pi.}}{170 \text{ pi.} + 160 \text{ pi.}} = 3 \text{ po. foibles.}$$

Et pour le rapporter à la flottaison, ajoutez à ces.....	0 pi.	3 po.	0 li.
Considérant que cette petite tranche est prise sur la seconde, à laquelle il reste de hauteur 1 pi. 6 po., cette quantité..	1	6	0
Hauteur de la première tranche.....	2	0	0
Distance de cette première tranche à la ligne d'eau.....	0	11	0
Distance du centre de gravité de la petite tranche supérieure à la flottaison....	4	8	0

Quant aux tranches troisième & quatrième, il faut les calculer comme à l'ordinaire, au moyen des plans supérieurs & inférieur, & de l'intermédiaire ou de leurs facteurs variables 160 pi., 127 pi., 83 pi. en nombres ronds (Tableau VII).

$$\frac{\frac{1}{4} \times 160 \text{ pi.} + 1 \times 127 \text{ pi.} + \frac{1}{4} \times 5 \times 83 \text{ pi.}}{160 \text{ pi.} + 127 \text{ pi.} + 83 \text{ pi.}} =$$

	pi.	po.	lig.
	1	9	7
Hauteur des tranches première & deux.	4	0	0
Distance de la première à la ligne d'eau.	0	11	0
Distance du centre de gravité des deux principales tranches à la flottaison.....	6	8	7

Pour avoir la position en hauteur du centre de gravité du solide, composée de ces trois parties, ou de la charge, divisons la somme des momens de chacune de ses trois parties, comptant les 3e. & 4e. tranches pour une, par la somme desdites trois parties, que nous trouvons (pag. 266), ainsi:

$$\frac{1341 \text{ pi. } 8 \text{ po. } 7 \text{ lig.} \times 4 \text{ pi. } 8 \text{ po. } 0 \text{ lig.} + 8139 \text{ pi. } 4 \text{ po. } 6 \text{ lig.} \times 6 \text{ pi. } 8 \text{ po. } 7 \text{ lig.} + 713 \text{ pi. } 2 \text{ po. } 2 \text{ lig.} \times 9 \text{ pi. } 2 \text{ po. } 4 \text{ lig.}}{1341 \text{ pi. } 8 \text{ po. } 7 \text{ lig.} + 8139 \text{ pi. } 4 \text{ po. } 6 \text{ lig.} + 713 \text{ pi. } 2 \text{ po. } 2 \text{ lig.}}$$

= 6 pi. 7 po. 5 lig.

Moment de la charge 10194 pi. 3 po. 3 lig. ou 200 tonneaux × 6 pi. 7 po. 5 lig. (par rapport à la flottaiſon.)

Mais toujours en conformité de l'obſervation (p. 268, l. 3), ce ſera 200 × (14 pi. 9 po. 6 lig. — 6 pi. 7 po. 5 lig.), × 0,325 = 531, par rapport au deſſous de la quille : la diſtance en mètre.

CHAPITRE TROISIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité de l'Artillerie.

Il faut rechercher la diſtance du centre de gravité du canon ſur ſon affût pour chaque calibre, au plan ſur lequel portent les roues ou à la plate-forme. On a trouvé quelle étoit les $\frac{23}{24}$ de la plus grande hauteur de l'affût, y compris les roues (*) (*a*) : c'eſt ce qu'il convient de vérifier. Pour cela on peut avoir recours aux mots AFFUT *de bord* & CANON, où on trouvera tout ce qui eſt néceſſaire pour faire des projections de canons montés ſur leurs affûts : on s'aidera, ſi l'on veut, des figures qui y ſont indiquées. Ces projections ſuffiront pour la recherche du centre de gravité d'affûts & de canons ; l'opération pour l'affût ne peut ſouffrir aucune difficulté ; les fers y étant employés à-peu-près de manière à ne pas en changer le centre de gravité de figure. Quant au canon, il eſt poſé dans l'encaſtrement des tourillons ; le centre deſdits tourillons a l'à-plomb du centre d'eſſieu ; ou, plus exactement, l'axe des tourillons dans un plan perpendiculaire à celui ſur lequel poſent les roues : ledit plan perpendiculaire, tangent au-dedans des muſeaux de l'eſſieu de l'avant.

(*) La Note (*a*), ainſi que les ſuivantes, ſe trouveront à la fin du Diſcours.

Son centre de gravité en hauteur paroîtroit devoir être dans l'axe; cependant en entrant en considération des tourillons dont l'axe particulier est en-dessous de l'axe du canon d'une quantité égale au rayon desdits tourillons, le centre de gravité de la pièce en sera plus bas, mais peu sensiblement.

A cette distance de $\frac{13}{14}$ de la hauteur de l'affût, plus l'épaisseur du bordage du pont, on a imaginé une parallèle à la ligne du pont; dans cette ligne gisent les centres de gravité des pièces; & comme ils sont, ou censés être, distribués uniformément, le centre de gravité de système ou de la batterie est celui de cette ligne; la considérant comme un arc de cercle, connoissant la longueur du pont & sa tonture, on aura ce centre de gravité en la traitant comme on a traité les lignes du bouge des baux. On a trouvé qu'il est sur sa flèche à une distance de la courbe de $\frac{79}{200}$ de cette flèche (*b*): c'est aussi à vérifier. Pour une tonture donnée par la méthode de M. Olivier (page 109 du premier Tome), on a eu $\frac{395}{1000}$; ce qui s'accorde singulièrement.

La position du centre de gravité sur la longueur de la pièce ne nous intéresse pas pour le présent; mais comme il est nécessaire de l'avoir pour plusieurs déterminations importantes, par exemple, pour trouver l'inclinaison qui résulteroit de la position des canons à bout de bragues d'un côté, au sabord de l'autre, nous ne croyons pas devoir quitter ce sujet sans en parler; elle peut être trouvée facilement, si l'on se permet de la considérer comme un cône tronqué, dont la petite base auroit de diamètre les $\frac{2}{3}$ de la grande; ce qui est conforme à la vérité à peu

de

de choſe près; alors faiſant le diamètre à la culaſſe = $n\,C$, C étant le calibre de la pièce, & ſa longueur = $m\,C$, on aura la ſolidité du canon en le conſidérant comme maſſif = $\frac{11}{14} \times \frac{19}{27} \times m\,C \times n^2\,C^3$, & la diſtance de ſon centre de gravité à la ſection de la culaſſe & de ſa plate-bande = $\frac{33}{76} \times m\,C$; ce qui ſera démontré (p. 277, l. 11, & p. 278, l. 26). Maintenant il faut avoir égard à l'âme, qui a la valeur d'un calibre de moins de longueur, que celle de la pièce, de la ſection de la culaſſe à la tranche; ſa ſolidité ſera donc $\frac{11}{14}(m\,C - C)\,C^2 = \frac{11}{14}(m\,C^3 - C^3)$; $\frac{11}{14}$ étant un facteur conſtant de toutes les ſolidités & momens, on peut en faire abſtraction juſqu'à la fin du calcul; & au lieu d'y employer la diſtance de centre de gravité à la ſection de culaſſe, il ſera plus commode de prendre celle à la tranche, qui ſera pour le canon non foré = $\frac{43}{76}\,m\,C$, & pour l'âme $\frac{1}{2}(m\,C - C)$. Donc pour avoir la diſtance du centre de gravité du canon foré à ſa tranche, il faudra faire cette équation:

$$\tfrac{19}{27}\,m\,C \times n^2\,C^2 \times \tfrac{43}{76}\,m\,C = C^2 \times (m\,C - C) \times \tfrac{1}{2}(m\,C - C) + (\tfrac{19}{27}\,m\,C \times n^2\,C^2 - (m\,C - C)\,C^2)\,x.$$

Réduiſant & faiſant le calcul numérique, on aura:

$$x = \frac{0{,}398148 \times m^2 \times n^2 - 0{,}5 \times m^2 + m - 0{,}5}{0{,}703704 \times m \times n^2 - m + 1} \times C$$

Faiſant l'application au canon de 12, dont la longueur eſt 7,5 pieds (*Voyez* toujours l'Encyclopédie Maritime), le calibre de la pièce 4 po. 5 li. 9 points, ou 0,37325 pi.; l'épaiſſeur de la matière à la culaſſe $\frac{14}{10}\,C$, par conſéquent le diamètre = $(\frac{14}{10} + \frac{14}{10} + \frac{1}{10})\,C = \frac{68}{10}\,C = 3{,}4 \times C$, on aura:

$m = \frac{7,5}{0,37325} = 20,093$ & $n = 3,4$; d'où $x = 0,37325 \times \frac{0,398148 \times \overline{20,093}^2 \times \overline{3,4}^2 - 0,5 \times \overline{20,093}^2 + 20,093 - 0,5}{0,703704 \times 20,093 \times \overline{3,4}^2 - 20,093 + 1.} = 4,333353.$

Les manœuvres & uſtenſiles de l'artillerie étant des objets très-mobiles, on a jugé qu'on en pouvoit placer le centre de gravité dans celui du canon ſur ſon affût; on a trouvé que leur poids eſt le quart de celui de l'affût, au moyen de celui des uſtenſiles, & des dimenſions des manœuvres avec la méthode pour en procurer auſſi le poids, qu'on trouve au mot *Canonnage*, & dans ma traduction de Chapman (page 164, ligne 37).

Sur ces données faiſons l'application à la batterie de douze de notre frégate, dont les dimenſions néceſſaires pour notre calcul ſont:

Longueur du pont de dedans en dedans..		134 pi.	0	0
Creux ſur quille.	Arrière.....	20	0	6
	Milieu.....	17	10	6
	Avant.....	19	8	6

$\frac{1}{2} \times$ (20 pi. 0 po. 6 li. + 19 pi. 8 po. 6 li.) — 17 pi. 10 po. 6 li. = 2 pieds.

Poids du canon de 12.....	3278
Idem de l'affût.....	547
Idem du gréement & uſtenſiles, $\frac{1}{4} \times 547 =$	137
	3962
	$\times$ 26 = 103012

ou bien 51,506 tonneaux.

La hauteur de l'affût doit être égale à celle du feuillet au-deſſus du bordage, plus les $\frac{1}{3}$ de la hauteur du ſabord

(Voyez *Affût*, *Sabord*); par conſéquent pour le canon de 12 : hauteur d'affût, y compris les roues, 1 pi. 6 po. + $\frac{2}{3}$ × (2 pi. 3 po.) = 2 pi. 4 po. 9 lig., ou 2,396 pi.

Hauteur du centre de gravité $\frac{11}{24}$ × 2,396 = 2,296.

Ainſi les centres de gravité des canons ſont répartis uniformément ſur une courbe en arc de cercle de 134 pieds de corde, & relativement aux différens creux, de deux pieds de flèche (page 274, ligne 19), laquelle courbe eſt au-deſſus de la ligne du pont de 2,296 pieds, plus 0,250 d'épaiſſeur du bordage du pont; en tout 2,546.

En ſuppoſant que le centre de gravité de cette courbe ſoit aux $\frac{79}{200}$ de ſa flèche de 2 pieds au-deſſus de l'origine de cette flèche, on aura à cet égard..... 0,790 pi.

Hauteur de la ligne des centres de gravité au-deſſus de celle du pont..... 2,546

3,336

Creux au milieu, 17 pi. 10 po. 6 li. ou.... 17,875

Diſtance du centre de gravité de la batterie au-deſſus de la quille..... 21,211

Idem au-deſſous de cette quille de 14 po. ou 1,166

22,377

Poids & momens de cette batterie, 51,506 tonneaux × 22,377 pieds, ou pour la diſtance en mètres, 51,506 tonneaux × 7,269 mètres = 374,297.

Par un calcul analogue, on trouve les poids & momens de la batterie des gaillards être de 15,141 × 27,89 pi., ou la diſtance en mètre 15,141 × 9,061 mètres: = 137,1923.

Il y auroit bien quelque choſe à dire ſur la conſidéra-

tion de la batterie des gaillards comme prolongée de long en long : elle fait baiſſer le centre de gravité ; mais il faut faire attention que celle de 12, conſidérée auſſi comme répartie ſur toute la longueur, laiſſe cependant ſans être garni un aſſez grand eſpace de l'arrière, & un plus grand encore de l'avant ; d'où il réſulte que notre ſuppoſition exhauſſe ſon centre de gravité, de manière à faire compenſation, d'autant que le poids du canon à cette batterie eſt plus du double de celui de ſix (*c*).

CHAPITRE QUATRIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité des Mâts & Vergues, & acceſſoires, comme Voiles, Gréement, Chaînes de Haubans.

Nous conſidérons d'abord le mât en général, enſuite celui cerclé en fer comme le ſont les mâts majeurs des vaiſſeaux & frégates ; enfin nous parlons des vergues dont la figure ſymétrique détermine le centre de gravité au milieu de leur grand axe, nous laiſſant ſeulement à faire la recherche de leurs ſolidités & poids.

I.

Du Poids & du Centre de gravité des Mâts.

1°. *Du Poids des Mâts.*

Pour ſimplifier, nous conſidérons les mâts comme des cônes tronqués, dont le diamètre de la petite baſe eſt les $\frac{3}{4}$ du grand. Le petit diamètre pour la haute mâture n'eſt pas les deux tiers du grand ; mais cette inexactitude eſt compenſée par les jumelles, les tons, jottereaux, chou-

quets, &c. & la forme ellipsoïde des mâts à laquelle nous n'avons pas égard.

Pour en avoir la solidité, faisons la longueur du tronc de cône $= L$; le grand diamètre $= D$; par conséquent le petit diamètre $= \frac{1}{3} D$.

Nous aurons au moyen de ce tronc, la longueur totale du cône auquel il appartient, par cette proportion :

$$D - \tfrac{1}{3} D : L :: D : \frac{L \times D}{D - \frac{1}{3} D} = \frac{L \times D}{\frac{2}{3} D} = 3 L.$$

Et nous aurons sa solidité par cette autre proportion, supposant le rapport du diamètre à la circonférence 7 : 22, $=$ $\frac{11}{14} (D^2 \times L - \frac{1}{3} D^2 \times \frac{1}{3} L) = \frac{11}{14} \left((1 - \frac{1}{27}) D^2 L \right) = \frac{11}{14} \times \frac{13}{27} D^2 L = \frac{143}{378} L D^2 = N = 0{,}25734551 \times L D^2$.

Nous aurons enfin le poids, supposant que le pied cubique de sapin pèse 38,113 livres poids de marc, d'après le rapport 0,55 : 1,03 de cette sorte de bois à l'eau de mer (Voyez *Pesanteur*), au pied cube de laquelle on attribue le poids de 17,375 (*d*): nous aurons, dis-je, ce poids du mât en multipliant la solidité trouvée par ce nombre, & on aura :

$$38{,}113 \times \tfrac{143}{378} \times L \times D^2 = 21{,}07306 \times L \times D^2 = N\, 1{,}3237276 \times L \times D^2.$$

2°. *Du poids des Cercles de Mâts, & de ce qu'il résulte de cette addition aux Mâts majeurs.*

Nous établissons que les cercles de mâts sont distribués de trois pieds en trois pieds ; ainsi la longueur du mât en pied étant $= L$, le nombre de cercle sera un tiers L.

La largeur des bandes de fer dont ils sont formés est assez constamment de 3 pouces ou 0,250 pieds, & son épaisseur 4 lig. ou 0,028 pi.

Le pied cube du fer a été trouvé de 529,77 livres, par une opération analogue à celle faite pour ſe procurer le poids du bois de ſapin.

Delà le poids de la garniture de cercles d'un mât dont le grand diamètre $= D$ ſera :

$$\tfrac{1}{4} L \times \tfrac{11}{7} \times \frac{D+\frac{1}{7}D}{2} \times 0{,}25 \times 0{,}028 \times 529{,}77 = 3{,}23748 \times L \times D.$$

Ainſi la longueur & le grand diamètre du mât étant donnés, le facteur du produit de ces deux dimenſions pour avoir le poids des cercles en liv. poids de marc, ſera 3,23748 (N 0,5102076), & ce poids ſera à ajouter à celui du mât.

3°. *Du Centre de gravité des Mâts.*

Quant à ce centre de gravité, conſidérons que nous avons :
Pour la ſolidité du cône total $\frac{11}{14} \times L D^2$.
Pour celle du cône retranché $\frac{11}{14} \times \frac{8}{27} L D^2$.
Pour celle du tronc du cône $\frac{11}{14} \times \frac{19}{27} \times L D^2$.
Que la diſtance du centre de gravité à la grande baſe :
Pour le cône total en..... $= \frac{3}{4} L$.
Pour le cône retranché $= \frac{3}{4} L + L = \frac{3}{4} L$.
Ainſi, appelant x cette diſtance pour le tronc du cône, on a cette équation des momens rapportés à la grande baſe :

$$\tfrac{11}{14} \times \tfrac{3}{4} L^2 D^2 = \tfrac{11}{14} \left(\tfrac{1}{2} \times \tfrac{8}{27} L^2 D^2 + x \times \tfrac{19}{27} L^2 D^2 \right).$$

Diviſant de part & d'autre par $\frac{11}{14} \times L D^2$, tranſpoſant & réduiſant les fractions au même dénominateur, on aura $x L = \frac{11}{76} L$; ainſi le centre de gravité du mât eſt à $\frac{33}{76} = (N - 0{,}3622997$ ou $N\ \bar{1}{,}6377003)$ de ſa longueur à l'égard de la grande baſe ou de ſon pied (environ $\frac{11}{77}$ ou $\frac{1}{7}$).

Pour le centre de gravité des mâts cerclés, les cercles étant distribués uniformément le long du mât, cette addition ne le fera pas changer sensiblement; il demeurera aux $\frac{11}{16}$ de son pied.

4°. *Exemple de calcul pour la détermination du poids du Mât cerclé & de son Centre de gravité.*

Prenons pour cet exemple le grand mât de la frégate, lequel a 84 pieds de longueur, & 2 pieds 2 pouces de diamètre ou 2,167.

Pour le Poids.

Logarithme 84.....	= 1,9242793
2,167.....	0,3358589
2,167.....	0,3358589
Logarithme du facteur constant pour avoir le poids du mât (pag. 277, lig. 20).	1,3237276
Poids du mât 8312,37 liv.....	3,9197237

Pour le Centre de gravité.

Logarithme 84.....	= 1,9242793
Logarithme du facteur constant pour avoir le centre de gravité (pag. 278, lig. 26).	— 0,3622997
Distance du centre de gravité au pied 36,4737.....	= 1,5619796

Pour le Poids des Cercles.

Logarithme 84..... = 1,9242793
2,167..... 0,3358589
3,23748 facteur conſtant (page 278, ligne 10). 0,5102076
Poids des cercles 589,313.. = 2,7703458
Poids des mâts 8312,37
8901,683.

III.

Du Poids des Vergues.

Le petit diamètre des vergues étant eſtimé les deux tiers du grand, le facteur conſtant *N* 1,3237276 du carré du grand diamètre (p. 277, li. 20) multiplié par la longueur, pour avoir le poids du mât, ſervira auſſi pour avoir celui de la vergue.

Le petit diamètre de la vergue eſt beaucoup moindre que les deux tiers du grand; mais nous faiſons abſtraction des bout-dehors, de leurs cercles; cela fait une aſſez juſte compenſation. On ſe procurera le poids des cercles des baſſes vergues au moyen de l'opération que nous avons preſcrite pour les mâts.

III.

Du Centre de gravité de ſyſtème de la Mâture, Gréement qui lui appartient, & de la Voilure.

Il faut faire un plan à petit point du vertical-longitudinal ſemblable à celui de la Planche VII, page 62, de ma traduction de Chapman, mais en y ajoutant les œuvres vives; y placer exactement le trait de la carlingue pour avoir

avoir l'emplacement des pieds des bas mâts : celui d'artimon repoſe ordinairement ſur le faux-pont ; il n'en eſt pas de même ici : vous diſtribuez ſur ce plan les mâts ſuivant le devis, mais en en traçant ſeulement les axes ; faiſant repoſer les pieds des bas mâts ſur leurs carlingues ; faiſant recouvrir les mâts ſupérieurs ſuivant le ton de ceux auxquels ils ſont adaptés, & les mettant de l'avant au moins de la ſomme des demi-diamètres des deux mâts unis enſemble.

Pour cela faire, voici les proportions & la diſtribution des mâts de notre frégate.

Proportion de la Mâture de la Frégate.

	Longueurs.	Diamètres.	Tons.
	pi.	po.	pi.
Grand Mât.....	84	26	9 $\frac{1}{2}$
Miſaine.....	78	25	9
Beaupré.....	50	25	0
Artimon. (Il va dans la cale).....	61	16 $\frac{1}{2}$	7
Grand & petit Mât de Hune.....	52	15	5 $\frac{1}{2}$
Grand Perroquet.....	38	7 $\frac{1}{2}$	11 flèche.
Petit Perroquet.....	36	7 $\frac{1}{2}$	10 *idem.*
Perroquet de Fougue.....	52	10 $\frac{1}{2}$	6 *idem.*
Bâton de Pavillon.....	34	8	0
Bâton de Foc.....	38	10 $\frac{1}{2}$	0
Grande Vergue.....	78 $\frac{1}{2}$	17	7 bouts.
Vergue de Miſaine.....	71 $\frac{1}{2}$	16	6
— d'Artimon.....	84	12 $\frac{1}{2}$	0
— de Civadière.....	51	11	6
— de Fauſſe-Civadière.....	35	6	3
— de grand Hunier.....	56	12 $\frac{1}{4}$	7

	Longueurs.	Diamètres.	Bouts.
	pi.	po.	pi.
Vergue de petit Hunier.....	54	11 1/2	6 1/2
— de grand Perroquet.....	36	6 1/4	4 1/2
— de petit Perroquet	34	5 1/4	3 1/2
— Sèche.....	50	10 1/2	6
— de Perroquet de Fougue.....	38	6 1/2	5
— de Péruche au-deſſus du Perroquet de Fougue.....	18	4	3
Grands bouts-dehors.....	34	7 1/4	
— de Miſaine.....	32	7 1/4	
Tangon de Gaillard d'avant.....	50	10	
Arc-Boutans ferrés.....	38	8	
Vergues à l'angloiſe pour Bonnettes de grandes Vergues.....	26	6 1/2	
— de Miſaine.....	24	6	

Diſtribution des Mâts majeurs conſidérés dans leurs axes.

Diſtance au plan paſſant par le faux 8 arrière..	du mât d'artimon.	24pi.	6po.	6l.
	du grand mât....	57	5	0
	du mât de miſaine.	116	0	0

Poſition du Beaupré.

Il porte ſur l'étrave, à une diſtance d'une prolongée du deſſous de la quille, priſe à ſon interſection avec la rablure de ladite étrave, de..... 25 pi.

Il fait avec ladite quille un angle de 31 degrés.

Son pied eſt à une diſtance de l'axe du mât de miſaine, de..... 2 pi.

Sur l'axe de chaque mât vous contre-marquez ſon centre de gravité.

C'eſt d'après un deſſin ou plan pareil, & le calcul de chaque mât, ſuivant le procédé que nous avons employé pour le grand, que l'on a dreſſé le Tableau IX, d'où réſulte la poſition du centre de gravité en queſtion.

Comme on ſuppoſe les voiles ſerrées, & qu'elles pèſent un tiers du poids des vergues, leur centre de gravité ſera confondu avec celui deſdites vergues. Cependant les voiles enverguées ne pèſent guère que le cinquième de leur vergue reſpective ; mais une partie des autres ſont ſerrées ſur les hunes, ſur les barres, en ſorte que leur centre de gravité demeure ſenſiblement dans celui des vergues.

Le rapport que l'on établit ici, du poids des voiles à celui des vergues, ſuppoſe qu'on en a fait le calcul : c'eſt auſſi un objet à vérifier. Pour cet effet on peut ſe ſervir des petites Tables en notes, pages 169 & 170 de notre Traduction du Traité de Conſtruction de Chapman ; on y trouve l'eſpèce de toile à employer pour chaque voile, par rang de bâtiment ; le poids du pied carré par eſpèce. On en aura les dimenſions ; ſavoir, les largeurs par l'envergure, & la bordure qui eſt pour les voiles hautes l'envergure de la vergue inférieure. Quant aux baſſes voiles, ce ſont à-peu-près des rectangles. Voilà pour les voiles en vergue. Quant aux focs & voiles d'étai, ils ſont preſque tous à-peu-près des triangles rectangles, dont chaque étai reſpectif eſt l'hypothénuſe, le côté inférieur la baſe. On aura les hauteurs des uns & des autres ; ſavoir, des voiles en vergue : pour les voiles hautes, par la diſtance entre les vergues ſuppoſées guindées juſqu'à une diſtance en deſſous du capelage

égale à la longueur du ton ou tenon du mât : pour les voiles baſſes, par la hauteur de la vergue au-deſſus des plat-bords : enfin, des focs & voiles d'étai, au moyen du troiſième côté du triangle ; la grande voile d'étai eſt trapézoïde ; il en faut faire un deſſin au trait : il eſt bon de faire celui de toutes : on pourra pour cela conſulter les Planches 141 à 146 de notre Encyclopédie, particulièrement la dernière.

Séparant les manœuvres du bâtiment en deux parties, ſavoir : 1°. le gréement ſervant actuellement aux mâts, vergues & voiles ; 2°. les câbles, grelins, manœuvres de rechange, on a trouvé convenable de faire entrer la première partie dans le ſyſtème de la mâture ; on peut prendre les poids des unes & des autres dans le ſecond tome du Traité du Gréement de M. *Leſcalier* ; ſi on veut le vérifier, on trouvera tout ce qu'il faut pour cela faire, dans notre Traduction de Chapman, en note, page 164 & ſuivantes ; ſur le deſſin de mâture on ſe procurera facilement les longueurs de manœuvres.

Nous nous ſommes ſervi pour notre frégate, de la Table de M. *Leſcalier*, page 28 & ſuivantes : d'après cette Table nous avons dreſſé le Tableau particulier X, où nous avons fait la répartition du gréement de la mâture par mâts, ce qui ſera utile pour ſe procurer la poſition du centre de gravité à un plan vertical-latitudinal ; alors on ajoute le poids de chaque portion de gréement à ſon mât reſpectif.

Notre objet actuel étant d'en avoir ſeulement la hauteur, comme on ne peut pas ſonger à faire le moment de chaque manœuvre, nous nous ſommes livrés à diffé-

rentes conſidérations qui nous ont conduit à le confondre avec celui de la mâture. En effet,

1°. Les manœuvres ſont proportionnées aux mâts & vergues.

2°. Si elles ſont plutôt cylindriques que coniques, les haubans, galhaubans, étais, ſe replient à leurs extrémités inférieures ſur une partie de la longueur; les haubans de hunes ſont arrêtés ſur des lattes en fer.

3°. Quant à la conſidération du centre de gravité du grand mât, dont la diſtance ſe rapporte à ſon pied, tandis que les haubans n'aboutiſſent qu'un peu au-deſſous des plat-bords, on trouve compenſation & au-delà, en y comprenant les chaînes de haubans, & ce ſurcroît de compenſation peut aller pour ce qui y manque dans les hauts.

On a trouvé que ces chaînes de haubans peſoient environ les $\frac{1}{7}$ du poids des bas mâts ſans les cercles, d'après le calcul ci-après pour le grand :

Ces chaînes, pour notre frégate, ont environ 8 pieds : avec le double 16 pieds; mettons 20 pieds, à cauſe de la garniture du cap-mouton & la bride ; il y en a 9 par bord, ou 18 en tout; 18×20 pi. $= 360$ pi. : elles ont 6 po. de tour; ce qui produit (en employant toujours pour poids du pied cube du fer 529,77 l.) 3795,05 l. : à-peu-près les $\frac{1}{7}$ du poids du grand mât : on emploie donc ce rapport.

Quand il ſera queſtion de rechercher le centre de gravité par rapport à un plan vertical-latitudinal, on pourra ſuppoſer celui des manœuvres, vergues & voiles, comme celui des mâts dans l'axe reſpectif de leurs mâts : les vergues, & encore plus les voiles, ſont de l'avant;

mais le gréement portant plus de l'arrière, il y a au moins compenſation. On conſidère les mâts comme à-plomb, quoiqu'on donne ordinairement au mât d'artimon, & quelquefois au grand mât, un peu d'inclinaiſon vers l'arrière. Comme cet uſage eſt fort ſyſtématique, on n'y a pas égard.

Les baſſes vergues ſont cenſées en deſſous de la hune, d'une quantité égale à la longueur du ton ; les autres vergues ſont cenſées amenées ſur le ton.

Au poids de chaque vergue vous ajoutez celui de la voile que l'on regarde comme ſerrée : on a dit qu'elle peſoit le tiers de la vergue ; ou bien vous vous procurez le poids & le moment des voiles en prenant le tiers de la ſomme du poids & du moment des vergues, comme on a fait Tableau IX.

Au moyen de quoi vous avez une ſomme des momens des mâts, gréement qui leur appartient particulièrement, chaînes de haubans, vergues & voiles, & la ſomme de leur poids, qui ſerviront à déterminer le centre de gravité de ſyſtème : c'eſt le réſultat du Tableau IX, 41,469 tonneaux × 53,8501 = 2233,11.

CHAPITRE CINQUIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité des Hunes, Barres & Acceſſoires.

UNE hune eſt une plate-forme en ſapin, à tête de mât, établie ſur des barres de chêne, & liée par des taquets & une guérite auſſi en chêne.

Sa largeur eſt à-peu-près la demi-largeur du Bâtiment ; ſa longueur eſt un peu moindre ; aujourd'hui on la diminue même de manière qu'elle n'eſt à ſa largeur que dans le rapport de 11 à 16 ; cependant nous la conſidérons comme carrée, & nous n'avons pas d'égard à l'arrondiſſement de ſes angles pour compenſer le poids des chandeliers, liſſes, baſtingages, pierriers, dont nous ferons abſtraction.

Nous avons trouvé que pour avoir ſon poids, il falloit multiplier la ſurface par $\frac{1}{10}$ de ſon côté, & le produit par 80. Pour nous procurer ce réſultat, nous nous ſommes attachés à la grande hune de notre frégate. Si l'on veut nous ſuivre & nous vérifier, il faut avoir ſous les yeux les mots *Mâts*, *Hunes*, *Barres*, & le Traité de Mâture de M. *Forfait* ; la hune porte ſur deux traverſins, ayant enſemble pour largeur $\frac{1}{14}$ de celle de la hune, & chacun autant de hauteur ; les ſuppoſant reſciées en feuilles de manière à garnir en plein la hune, l'épaiſſeur de chaque feuille ne ſera que $\frac{1}{14 \times 14}$ de la largeur de la hune de 16 pi. ; $\frac{1}{14} \times 16$ pi. $=$ 11 lig. ; les traverſins ont les mêmes dimenſions, mais il y en a au moins trois ; l'épaiſſeur réduite en ſera donc 16 à 17 lig. : enſemble 2 po. 4 li.

La hune a 18 li. d'épaiſſeur, qu'il faut d'abord réduire à 9 li. pour la comprendre dans le calcul du chêne, que nous eſtimons à 80 liv. le pied cube à cauſe du fer : on y ajoute les taquets ; ils ſont en chêne ; il y en a 24, c'eſt-à-dire à-peu-près 6 de l'avant & 6 de l'arrière, 6 à tribord & 6 à babord ; ils ont 27 li. ſur le droit ; auſſi la quantité de feuilles pour que ceux, par exemple, de l'avant à l'arrière

garniſſent en plein, ſera $= \frac{16 \text{ pi.}}{6 \times 27 \text{ li.}}$ laquelle quantité eſt le diviſeur de la hauteur moyenne 4 po. des taquets : en doublant le quotient on aura le multiplicateur de la ſurface de la hune, qui donnera pour produit la ſolidité des taquets. Ce multiplicateur eſt donc de $2 \times \frac{6 \times 27 \text{ lig.} \times 4 \text{ po.}}{16 \text{ pi.}} = 0{,}0468$ ou 6 li. $\frac{1}{2}$; avec les neuf lignes de la hune on aura 15 lig. $\frac{1}{2}$. Mais il y a à ſouſtraire pour le trou du chat $= 5{,}5$, ſi l'on veut $6^2 = 36$ de la ſurface de la hune $16 \times 16 = 256$: environ $\frac{1}{7}$ de cette ſurface ; il reviendra au même de ſouſtraire ce ſeptième du multiplicateur, c'eſt-à-dire qu'on aura pour multiplicateur $15\frac{1}{2} - \frac{1}{7} \times 15\frac{1}{2} = 13\frac{1}{4}$.

Reſte la guérite ; elle garnit trois côtés, chacun de 16 pi. de longueur environ ; elle a 7 po. de largeur ; c'eſt comme ſi elle ne garniſſoit qu'une longueur avec 21 po. de largeur : donc $\frac{16 \text{ pi.}}{21 \text{ po.}}$ ſera le diviſeur de l'épaiſſeur 2 po. de ladite guérite, & on aura $\frac{21 \text{ po.} \times 2 \text{ po.}}{16 \text{ pi.}} = 0{,}028$ pi. ou 4 lig.

Récapitulation.

Barres.....	2 po.	4 li.	3 po. 9 lig. $\frac{1}{4} = 0{,}315$ pi.
Hunes & taquets.	1	1 $\frac{1}{4}$	
Guérite.....	0	4	

$=$ Le facteur de la ſurface de la hune 16 pi. pour avoir ſa ſolidité.

$\frac{1}{10}$ du côté auroit donné 0,32 au lieu de 0,315 : différence peu ſenſible dans un pareil calcul : $0{,}315$ pi. $\times 16$ pi.$^2 \times$ 80 $=$

$80 = 6451,2$ liv. ou 3,2256 tonneaux ou 3 tonneaux $\frac{1}{4}$ pour le poids de la grande hune.

La hune du mât de misaine en diffère peu, les mâts de hunes étant égaux : mettons 3 tonneaux.

La hune du mât d'artimon est les deux tiers des hunes des mâts majeurs (*Voyez* toujours notre Encyclopédie) : portons-la à deux tonneaux.

On y voit que les traversins des croisettes de perroquet ont de longueur les $\frac{1}{12}$ de ceux des bas mâts; d'où on conclut que la solidité de cet assemblage des barres doit avoir de rapport avec celui des mâts majeurs $(\frac{1}{12})^3$; il faut observer qu'il n'y a pas de plate-forme sur ces croisettes; ainsi la proportion doit être :

$$12^3 : 5^3 :: \frac{80}{2000} \times 16^2 \text{ pi.} \times 2 \text{ po. } 4 \text{ lig.} : \frac{80}{2000} \times \frac{5^3 \times 16^2 \text{ pi.} \times 2 \text{ po. } 4 \text{ lig.}}{12^3}$$

$= 0,1459$ tonneaux pour chacun des perroquets.

Le facteur 2 po. 4 lig. (page 288, ligne 19), pour l'épaisseur seule des barres, est à l'épaisseur totale de la hune, comme 2 po. 4 lig. ou 0,195 pi. à 0,315 pi $= \frac{28}{45}$; ainsi généralement, faisant le côté de la hune $= C$, l'expression du 3e. terme sera :

$$\frac{80}{2000} \times C^3 \times \frac{28}{45} \times \frac{1}{50} \times C = \frac{224}{4500000} \times C^4;$$

& le 4e. terme $= \frac{5^3}{12^3} \times \frac{224}{4500000} \times C^4 =$

$$0,000034593 \times C^4 = C^4 \times N\ 5,5389960.$$

Les hunes & barres sont placées au-dessus du centre de gravité de leur mât respectif des $\frac{43}{76}$ (*Voyez* pag. 278, lig. 25), ou $\frac{4}{7}$ pour $\frac{44}{77}$ de la longueur du mât, moins le ton, comme on le voit dans la Table ci-après.

DÉTERMINATION de la distance du Centre de gravité des Hunes & Barres, par rapport au plan horizontal passant par le dessous de la Quille, avec leurs Poids & Momens.

Désignation des Hunes & Barres.	Longueur des Mâts.	$\frac{4}{7}$	Ton.	Restant.	Hauteur du centre de gravité des Mâts. Tab. IX.	Hauteur du centre de gravité des Hunes ou Barres.	Poids en tonneaux.	Momens.
Grand Mât.....	84	48	$9\frac{1}{2}$	$38\frac{1}{2}$	38,167	76,667	3,2256	247,297
Mât de Misaine.....	78	$44\frac{4}{7}$	9	$35\frac{3}{7}$	37,5	73,071	3,0000	219,213
Mât d'Artimon.....	61	$34\frac{5}{7}$	7	$27\frac{5}{7}$	30,567	58,424	2,0000	116,848
Grand Mât de Hune..	52	$29\frac{1}{7}$	$5\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{14}$	99,33	123,544	0,1459	18,02506
Petit Mât de Hune...	52	$29\frac{1}{7}$	$5\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{14}$	97,5	121,714	0,1459	17,75807
							8,5174 =	619,14113

Somme des Momens. $\frac{619,14113}{8,5174}$ = 72,69135 pieds, ou 23,613 mètres.
Somme des poids. . .

Lorsqu'on aura besoin de la détermination du centre de gravité par rapport à un plan vertical-latitudinal, il faudra estimer celui de la hune & des barres sur l'arrière de l'axe du mât majeur de son diamètre : il ne seroit guère qu'à la moitié de ce diamètre, sans la considération des lisses, des bastingages, des pierriers qui portent entièrement de l'arrière; ainsi que de l'arrondissement de la partie antérieure de cet assemblage.

CHAPITRE SIXIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité des Câbles, Manœuvres de rechange, de Combats, &c.

On trouve dans le Tableau X, que ce poids pour notre frégate est 67939 liv., ou d'environ 34 tonneaux.

On en a déterminé le centre de gravité au milieu de la ligne du faux-pont, parce qu'on ſuppoſe les câbles en grande partie étalingués; on peut l'eſtimer d'ailleurs dans le plan du premier couple-avant.

CHAPITRE SEPTIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité du Doublage en cuivre.

Le doublage en cuivre peut peſer $\frac{1}{100}$ du port du bâtiment (*Voyez* le mot *Doublage*); notre frégate étant un bâtiment de 700 tonneaux, cela donneroit 7 tonneaux.

Conſidérant la carène comme un ellipſoïde, ſon centre de gravité doit être à la moitié de ſa hauteur ou du tirant d'eau moyen. On peut le ſuppoſer d'ailleurs dans le plan du maître-avant.

CHAPITRE HUITIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité des Ancres.

Les ancres de cette frégate doivent peſer au moins 5 tonneaux. (Voyez le mot *Ancre*). Leur centre de gravité doit ſe trouver dans la rabattue du gaillard d'avant, au milieu de ſa longueur.

CHAPITRE NEUVIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité des Chaloupes & Canots.

Il eſt facile, dans les ports, de ſe procurer le poids des embarcations dont on a les plans, en en relevant les tirans d'eau lège, & en en calculant le déplacement à ces tirans d'eau. Mais ſi ces moyens manquent, on

peut rechercher une approximation ſuffiſante, en s'aidant des renſeignemens & obſervations qui ſuivent.

Les embarcations ont communément pour largeur le quart de la longueur; pour creux, un peu moins de la demie-largeur : une chaloupe, pour une frégate telle que la nôtre, a pour :

	pi.	po.	li.		
Longueur	31	3	0	Pour arrondir	32 pi.
Largeur	8	4	6	les nombres,	8
Creux	3	6	0	ſuppoſons	4

Conſidérons la ſurface de la carène prolongée juſqu'au plat-bord, comme celle d'un demi-ellipſoïde dont le grand axe ſeroit au petit dans le rapport de 4 à 1; & pour généraliſer, faiſons la largeur = 1, on aura cette ſurface $= \frac{11}{7} \times 4 = \frac{44}{7}$. Recherchons maintenant l'épaiſſeur de la charpente.

La membrure de notre chaloupe a deux pouces ſur le droit; il y a 20 pouces de diſtance entre les couples de levée; il y a un couple de rempliſſage; il faut donc diviſer l'épaiſſeur de la membrure ſur le tour de 2 pouces $\frac{1}{4}$, par 5, pour la ſuppoſer répartie contiguëment; & elle formeroit ainſi un plein bois de 6 lignes d'épaiſſeur. Le bordage peut avoir 1 po., le vaigre 9 lig. ces trois quantités font 2 pouces $\frac{1}{4}$, dont le rapport à la largeur $\frac{8 \text{ pi.}}{2 \text{ po. } \frac{1}{4}} = 43$; en continuant à généraliſer pour la largeur = 1, on aura de ſolidité $\frac{44}{7} \times \frac{1}{43} = \frac{44}{301}$ ou $\frac{44}{300} = \frac{11}{75}$; & pour notre chaloupe, eſtimant la peſanteur ſpécifique de la charpente = 80 liv., la ſolidité ſera $= 81 \times \frac{11}{75} \times 80 =$ 6007 liv, ou 6000 livres = 3 tonneaux.

On n'eſt pas entré en conſidération de la diminution de la membrure ſur le tour, qui n'eſt au plat-bord que d'un pouce $\frac{1}{2}$, non plus que des bordages & vaigres, parce qu'on a négligé les genoux.

On a pris pour peſanteur ſpécifique du pied cube de charpente 80 liv. auſſi par cette raiſon, & pour faire compenſation à l'abſtraction des fers, quille, étambot, étrave, carlingue, bancs, emménagemens.

Le grand canot a près de 7 pieds de largeur, le petit près de 6; on peut déterminer le poids de ces embarcations par ce rapport avec la chaloupe :

$8^3 = 512 : 7^3 = 343 : 6^3 = 216 :: 3^{tx} : 2^{tx} : 1,2^{tx}$.

Le poids de ces canots pourra paroître un peu fort, parce que leur conſtruction doit être plus légère que celle des chaloupes; mais communément ils ont un peu plus de longueur relative que leur chaloupe; & il eſt rare que les bâtimens ſe bornent aux canots du règlement : il y a au moins de plus le canot de ſauvetage; ce qui nous porte à paſſer le poids des embarcations à 6 tonneaux.

Il eſt bon de remarquer en paſſant, que ſi les canots étoient aſſez diminués d'échantillon pour qu'on pût, au lieu du rapport $\frac{11}{13}$, employer celui $\frac{11}{12}$, & qu'on eût aſſez économiſé ſur les emménagemens pour qu'il fût poſſible d'eſtimer le poids de la charpente ſeulement à 70 liv. du pied cube, alors le rapport du cube de la largeur pour avoir la ſolidité, au lieu d'être $\frac{11}{13} \times 80$, ſeroit $\frac{11}{12} \times 70 = 10\frac{1}{2}$; & notre grand canot de 7 pi. de largeur peſeroit 3430 liv. ou $1,715^{tx}$; le petit de 6 pi. 2160 liv. ou $1,080^{tx}$. En général, en multipliant

le cube de la largeur des canots légers par 10, on aura à peu près leur poids; le facteur pour les chaloupes peut-être 12, pour les grands canots 11.

Quant au centre de gravité de nos trois embarcations, on l'eſtime dans la ligne des ſommiers de la batterie ſur l'avant du grand mât, des deux tiers de la diſtance entre les deux gaillards.

CHAPITRE DIXIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité de l'Equipage.

On eſtime l'équipage de la frégate peſer 36 tonneaux; c'eſt plus de 300 liv. par homme: c'eſt beaucoup. Il ne faudroit peut-être compter que 250 livres par chaque homme avec ſon bagage. Mais alors il faudroit prendre un grand ſoin pour qu'il ne s'embarquât rien d'extraordinaire: l'état-major pèſe!

Le centre de gravité dudit équipage eſt naturellement dans la ligne du pont ſous lequel repoſent les gens qui ne ſont pas de quart. On peut l'eſtimer à la moitié de la longueur du bâtiment.

CHAPITRE ONZIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité de Baſtingage.

Le poids du baſtingage doit aller au moins à 15 tonneaux.

On en peut conſidérer le centre de gravité à la hauteur de la naiſſance de la partie ſupérieure de la rabattue de l'arrière, parce qu'aux paſſavans il deſcend juſque ſur le plat-bord; & d'ailleurs dans le plan du deux-avant.

CHAPITRE DOUZIÈME.

Du Centre de gravité du Bois d'Arrimage.

Ce centre de gravité doit se trouver naturellement dans celui de la charge.

CHAPITRE TREIZIÈME.

Réſultat des Calculs des poids, centre de gravité, & momens, par rapport au deſſous de la quille, & Concluſion pour l'expreſſion de la ſtabilité.

			DISTANCES. EN MÈTRES.	MOMENS.
Coque	Carcaſſe	424,3122	3,91013	1659,133
	Faux-pont	48	4,797	230,256
	Pont	59	6,511	384,149
	Gaillards	31	8,446	261,826
Leſt	De fer	69	1,302	89,838
	De pierre	41	1,584	64,944
Charge		200	2,655	531,000
Batterie	De 12	51,506	7,269	374,297
	De 6	15,141	9,061	137,1923
Mâture, Voilure, Gréement		41,469	17,493	725,4173
Hunes & Barres		8,5174	23,613	201,1213
Câbles		34	4,872	165,648
Doublage en cuivre		7	2,436	17,052
Ancres		5	9,096	45,480
Chaloupes & Canots		6	7,472	44,832
Equipage & Etat-Major		36	6,172	222,192
Baſtingage		15	8,933	133,995
Bois d'Arrimage		20	2,655	53,100
		1111,9456		5341,4729

$\frac{5341,4729}{1111,9456}$ = 4,80593 mètres = 14 pi. 9 po. 6 li. = 14,792 pi. (*e*).

Le réſultat des calculs précédens nous apprend donc que la diſtance du centre de gravité de ſyſtème de la frégate armée, ſuivant ce qui a été déterminé, à un plan horizontal paſſant par le deſſous de la quille, eſt de 4,80593 mètres, ou 4,805 mètres = 14 pi. 9 po. 6 li. = 14,792 pi. Mais c'eſt pour un poids qui ſe trouve ſeulement de 1111,9456 ou 1112 tonneaux. Si, pour ſe procurer ce tirant d'eau à ce déplacement, la hauteur de ſon centre de gravité, la diſtance de ce centre de gravité au métacentre, on veut ſe ſervir des calculs précédemment faits, lorſque le plan a été propoſé, ces calculs ſuppoſant 6 pi. de hauteur de batterie, ce qui donne un déplacement un peu plus fort, on opérera comme nous allons le preſcrire.

Le calcul fait dans le temps que la frégate a été projetée, a donné pour ſon déplacement, ſuivant le Tabl. XI, 1145 tonneaux; l'échelle du plan ſur lequel il a été établi, étoit petite; les tranches, comme on le voit, ont été peu multipliées. L'addition pour l'épaiſſeur de bordage a été faite au courant des ordonnées des lignes d'eau, au lieu d'être déterminée ſuivant la normale, d'où il réſulte une inexactitude plus ſenſible qu'on ne pourroit le croire, & qu'il faut éviter, maintenant que nos opérations ont un but ſérieux. Nous en reparlerons dans les ſections ſuivantes, concernant des recherches délicates qui exigent une grande préciſion. En attendant, comme il n'eſt ici queſtion que de principes & de méthodes, nous prendrons pour baſe les anciens calculs, tels qu'ils ſe faiſoient alors.

La frégate déplace donc 1145 tonneaux à 6 pieds de batterie;

batterie ; ſuivant l'armement que nous lui donnons, elle déplace 1145 — 1,112 = 33 tonneaux de moins. Entre ces deux déplacemens il y a une petite tranche dont il faut d'abord ſe procurer la hauteur ; elle eſt compriſe entre deux plans de flottaiſon qui ne peuvent différer ſenſiblement de ſurface, vû la proximité. Employons celui à 6 pieds de batterie, dont la ſomme des ordonnées (Tabl. XI) eſt 244 pieds 2 pouces 3 lig., ou 244 pieds, & par conſéquent cette ſurface de 244 pi. $\times 8\frac{1}{3} \times 2 = 3965$: un priſme d'un pied de hauteur qui l'auroit pour baſe, auroit 3965 pieds cubes de ſolidité, ou $\frac{3965}{28} = 141,6$ tonneaux.

Or, faiſant cette proportion :

$141,6$ tx. : 12 po. :: 33 : $\frac{33 \times 12}{141,6} = 2,8$ po.

2,8 pouces ou 2 po. 9 lig. 7 points eſt cette hauteur de tranche de 33 tonneaux, ou $33 \times 28 = 924$ pi. cubes de déplacement.

La diſtance du centre de gravité de la principale partie du déplacement à 6 pieds de batterie à ſa flottaiſon ſupérieure, auſſi à 6 pieds de batterie eſt (Tabl. XII) de 4,745 pi., & la principale partie eſt (Tabl. XI) de 31534,86, ou 31535 pieds cubes.

La diſtance du centre de gravité du petit fond au 5e. Plan de flottaiſon, eſt de $\frac{1}{3} \times 1$ pi. 10 po., la hauteur étant de 1 pied 10 po. (toujours Tabl. XI), & ſa figure paraboloïde. La ſolidité eſt de 532. 8. 10. ou 533 pieds cubes.

Cette diſtance rapportée au plan de flottaiſon ſupérieure, eſt de 12 pieds de plus, c'eſt-à-dire $12 + \frac{1}{3}$ (1 pi. 10 po.) = 12,611 pieds.

La distance du centre de gravité de la petite tranche de 924 pieds cubes de différence entre les deux déplacemens, à la flottaison supérieure, peut être estimée de la moitié foible de sa hauteur, c'est-à-dire, de $\frac{1}{2} \times \frac{2,8}{12} = \frac{1,4}{12} = 0,11$ pi. (foible, parce que le plan supérieur a réellement plus de surface).

Le déplacement actuel est de $1112^{m.} \times 28 = 31136$ pi.

On aura donc cette équation :

$$31535 \times 4,754 + 533 \times 12,611 = 924 \times 0,11 + 31136 + x ; \text{ d'où } x = \frac{31535 \times 4,745 \times 533 \times 12,611 - 924 \times 0,11}{31136} = 5,0186$$

Ainsi la distance du centre de gravité de déplacement pour notre armement à la flottaison, à 6 pieds de batterie, est de 5,0186, & rapportée au dessous de la quille, le tirant d'eau moyen étant de 14 pi. 9 po. 3 lig., ou 14,771 pieds, cette distance sera de

$$14,771 - 5,0187 = 9,7524.$$

Il ne s'agit plus maintenant que de déterminer la distance de ce centre de gravité au métacentre ; & pour cela, comme il faut employer la troisième puissance des ordonnées, il seroit trop inexact de s'en tenir à celles du plan de flottaison à six pieds de batterie ; il faut tracer une flottaison à 2,8 pouces ou 2 po. 9 li. 7 points en-dessous, notre hauteur de batterie étant de 6 pieds 2 po. 9 li. 7 points. Le relevé de ces ordonnées & le calcul du métacentre dont elles sont les élémens, se trouvent dans le Tabl. XII, où l'on voit que la distance cherchée est de 11,076 pieds.

La distance du métacentre au dessous de la quille, sera donc de 11,076 + 9,7524 = ... 20,8284.

Distance d'après le résultat des calculs (Objet de cette section) du centre de gravité de système au dessous de la quille. ..... 14,799.

Distance du métacentre au centre de gravité de système. 6,0294

ou 6 pieds 4 li. $\frac{1}{2}$, ou 1,959 mètres.

Donc, expression de la stabilité, 1111,9456 × 1,959 = 2178,303, ou 1112 × 1,959 = 2178,4.

CHAPITRE QUATORZIÈME.

Usage de l'Expression de la Stabilité.

Ayant l'expression de la stabilité dans une certaine circonstance d'armement, cette stabilité étant reconnue celle convenable, il faut amener le bâtiment à cette même stabilité dans les autres circonstances; ce qui est facile: nous n'en donnerons qu'un exemple.

Notre frégate commence à se délier, son artillerie la fatigue; on se détermine à l'armer en flûte pour porter des vivres.

Il y aura à déduire de son poids de..... 1112 ton.

1°. Lest de fer.....	69
2°. Lest de pierre.....	41
3°. Batterie de 12.....	52
4°. Batterie de 6.....	15
5°. Sur les 34 tonneaux de câbles, rechanges, manœuvres de combats.....	14
	191

De l'autre part..... 191 1112 ton.

6°. Sur le poids de l'équipage de 36 tonneaux..... 26

7°. Baſtingage..... 15

8°. Bois d'arrimage..... 20

9°. Vivres (ce ſera la charge).. 200

452

660 ton.

Leſquels 660 tonneaux appartenant au bâtiment, ſeront répartis & donneront les momens d'après le réſultat en tête du précédent chapitre, comme il ſuit :

OBJETS.		POIDS.	DISTANCES.	MOMENS.
Carcaſſe..	Carcaſſe....	424,3122	3,9103	1659,133
	Faux-pont...	48	4,797	230,256
	Pont.....	59	6,511	384,149
	Gaillards...	31	8,446	261,826
Mâture, Voilure, Gréement.		41,469	17,493	725,4173
Hune & barres.....		8,5174	23,613	201,1213
Câbles, rechanges.....		20	4,872	97,44
Doublage en cuivre.....		7	2,436	17,052
Ancres.....		5	9,096	45,480
Chaloupes & Canots.....		6	7,472	44,832
Equipages.....		10	6,172	61,72
		660,2986		3728,4266

Il faudroit maintenant rechercher le centre de gravité des 452 tonneaux ou $452 \times 51 = 2,3052$ pi. cubes d'arrimage, qui iront tous en charge; mais la frégate armée en flûte peut caler un pied de plus, c'eſt-à-dire être réduite à une batterie de 5 pi. 2 po. 9 li. 7 points; au lieu de 6 pi. 2 po. 9 li. 7 points, (*pag.* 298, *lig.* 24).

Nous avons vu (*pag.* 288, *lig.*, 1) que ce pied donne 141,6 tonneaux ou 142 ton. de déplacement (*a*), ce qui fera 142 × 51 = 7242 pi. d'arrimage. 7242 + 23053 (ci-deſſus) = 30294 : actuellement capacité d'arrimage.

On peut conſidérer cette capacité comme diviſée en deux parties: d'abord celle de la capacité 22007 pi. cubes (Tableau VII); enſuite celle de la capacité 30294 — 22007 = 8287, formant une tranche ſupérieure à celles de ce Tableau VII. On doit rapporter le centre de gravité de ces deux parties au plan ſupérieur de capacité (*b*) projetée à 11 pieds de la paracloſe.

On a, dans ledit Tableau VII, toutes les données pour faire la recherche du centre de gravité de la première partie, ſous-diviſées elles-mêmes en quatre autres parties: la principale, celle du petit fond, la petite partie de l'avant, celle de l'arrière. 1°. Pour la principale partie, on porte dans le Tableau XIII un relevé de la ſomme des ordonnées fait ſur le Tableau VII, en y intercalant des ſections intermédiaires pour amener toutes les tranches à un pied de hauteur; on calcule d'après la méthode ordinaire (Mec., n°. 297), & on a de diſtance au plan ſupérieur, pour cette partie de 21573 pi. cubes, 3,9737 pi.; 2°. pour le petit fond de 79 pieds cubes & d'un pied de hauteur, étant conſidéré comme conique, la diſtance de ſon centre de gravité au 5°. plan ſera de

(*a*) Cette négligence, dans quelques dixièmes de tonneaux, ſe fera apercevoir dans le réſultat, & cependant ne l'altérera pas d'une manière trop ſenſible.

(*b*) Nous appelons Plans ou Sections de capacité, les Plans horizontaux projetés pour avoir la capacité, comme les Plans de flottaiſon ou Sections d'eau le ſont pour avoir le déplacement.

0,25 pieds, & au plan ſupérieur de 10,25 pieds ; 3°. quant à la petite partie de l'avant de 248 pieds cubes, auſſi conique, ayant ſa baſe dans le plan ſupérieur, & une hauteur de 8 pi., la diſtance ſera de 2 pieds ; & 4°. la petite partie arrière de 108 pieds cubes de même figure, de 6 pieds de hauteur, aura pour diſtance 1,5 pieds.

Pour avoir la diſtance du centre de gravité de la ſeconde partie de 8287 pi. cubes au plan de capacité ſupérieur, il faudra ſe procurer la hauteur de cette tranche au moyen de la ſurface de ce plan $= 198 \times 8\frac{1}{8} \times 2 = 3217{,}5$. Ainſi on a pour cette hauteur $\frac{8287}{3217{,}5} = 2{,}5756$, dont la moitié (forte) $= 1{,}3$: ce ſera la diſtance cherchée qui doit être employée négativement.

On aura donc :

$$\frac{21573 \times 3{,}9737 + 79 \times 10{,}25 + 248 \times 2 + 108 \times 1{,}5 - 8287 \times 1{,}3}{30294} = 2{,}5239\ (a).$$

Comme le plan ſupérieur de capacité eſt de 11 po., ou 0,298 pi. plus bas que la flottaiſon à 6 pi. de batterie, la diſtance à cette flottaiſon ſera de 2,5239 + 0,298 = 2,8219, ou 2,822 ; & le tirant d'eau moyen étant de 14 pi. 9 po. 3 li., ou 14,771 pi., la diſtance au-deſſous de la quille, ſera de 14,711 — 2822 = 11 949 pi., ou 11 pi. 11 po. 4 li. $\frac{1}{2}$ = 3,871 mètres pour 30294 pi. cubes d'arrimage, ou $\frac{30294}{51} = 594$ tonneaux de déplacement.

(a) La ſomme des maſſes ou poids du dividende n'eſt pas exactement égale au diviſeur, comme cela devroit être ; c'eſt la ſuite d'une petite négligence dont nous avons fait plus haut obſervation en note, mais qui, comme nous l'avons dit, n'altère pas ſenſiblement le réſultat.

Ajoutons-les, ainſi que leur moment, au poids propre & au moment du bâtiment (*pag.* 300, *lig.* 24), & on aura :

POIDS.			MOMENS.
660,2986			3728,4266
594	× 3,871	=	2299,374
1254,2986			6027,8006.

Diſtance du centre de gravité de ſyſtème de la frégate armée en flûte au deſſous de la quille $\frac{6027}{1254}$ = 4,8 mètres = 14 pi. 9 po. 3 li. = 14,771 (*a*).

Si l'on vouloit éviter l'inexactitude de conclure les hauteurs cherchées de tranches, ſoit de déplacement, ſoit de capacité, des plans ſupérieurs que l'on a projetés pour les échelles de déplacement & de capacité, on pourroit augmenter le nombre de ces tranches projetées en leur conſervant la même hauteur, & prolonger par-là la courbe d'interpolation, où l'on trouveroit la hauteur du véritable plan horizontal ſupérieur, & par conſéquent la hauteur de la tranche au vrai. Cette inexactitude peut être d'une quantité ſenſible quand la tranche a une hauteur un peu conſidérable, comme celle de la tranche excédante de capacité de 8287 pi. cubes, qui donne plus de 2 pi. $\frac{1}{2}$; cependant, pour n'être pas minutieux, nous nous y tenons.

Ainſi la frégate armée en flûte, avec un pied de plus de calaiſon qu'en guerre, ſuivant l'armement déterminé, c'eſt-à-dire avec ſeulement 5 pi. 2 po. 9 li. de batterie, déplace 1253 à 1254 tonneaux (35101 pi. cubes),

(*a*) Une ſingularité, c'eſt que cette diſtance ſe trouve fortuitement égale au tirant d'eau moyen à 6 pi. de batterie.

& a ſon centre de gravité de ſyſtème à 4,8 mètres de hauteur à partir du deſſous de la quille, ou 14 pieds 9 pouces 3 li., ou 14,771 pi.

Il faut, dans ce nouvel état, en rechercher la poſition du métacentre & du centre de gravité de déplacement.

On peut partir en partie des anciennes opérations où ces points ont été déterminés par une flottaiſon à 6 pi. de batterie, donnant 1145 tonneaux; mais d'abord il faut calculer le métacentre pour une flottaiſon à 6 pi. — 5 pi. 2 po. 9 li. = 9 po 3 li. au-deſſus de celle à 6 pi. C'eſt ce qui eſt exécuté dans le Tableau XIV, où le métacentre ſe trouve à 10,391 pi. du centre de gravité du nouveau déplacement de 1254 tonneaux, ou 35101 pi. cubes.

Le centre de gravité des 1145 tonneaux eſt, Tabl. XI & XII (page 297), $= \frac{31535 \times 4,745 + 533 \times 12,611}{32068.}$

Nous avons ici, de plus, une tranche 35101 (ci-deſſus) — 32068 = 3033 pieds cubes, dont la diſtance à la flottaiſon de 6 pi. de batterie

$= \frac{1}{2} \times$ (9 po. 3 li.) = (fort) 4 po. 8 li. = 0,389 pi.

Ainſi la diſtance actuelle, rapportée toujours à la flottaiſon à 6 pieds de batterie, ſera :

$$\frac{31533 \times 4,745 + 533 \times 12,611 - 3033 \times 0,389}{35101} = 4,42181 \text{ pi.}$$

Diſtance du centre de gravité de déplacement au deſſous de la quille.....	10,34919
Le tirant d'eau moyen étant de.....	14,77100

Ce

Ce tirant d'eau moyen à 6 pieds de batterie, ſe compoſe de 14 po., (hauteur de quille) — 2 po. 9 lig., (rablure ou épaiſſeur de bordage) + (Tableau XI) 3 pieds, (hauteur de tranche) × 4 (nombre de tranches) + 1 pied 10 po. (hauteur du petit fond) = 14 pi. 9 po. 3 lig. = 14,711 pieds.

Diſtance du centre de gravité de déplacement au deſſous de la quille ci-contre.....	10,34919
Idem, au métacentre (page 304, lig. 13).....	10,391
Diſtance du métacentre au-deſſous de la quille, ci.....	20,74019
Diſtance du centre de gravité de ſyſtème au-deſſous de la quille (page 303, lig. 9)...	14,711
	6,02919

ou 6 pi. 4 li., ou 1,958 mètres.

1253 (page 303, lig. 27) × 1,958 = 2453,374.

On voit que la frégate armée en flûte a 2453,374 de moment de ſtabilité, tandis qu'armée en guerre, elle n'en a que 2178,4 (Pag. 84, lig. 20); elle eſt bien de même cependant, parce qu'on met toujours, dans ces cas, quelques canons pour ſignaux : c'eſt ce qu'on peut projeter & ſoumettre au calcul. Une vérité conſtante, c'eſt qu'il faut ſe garder d'y mettre du leſt.

On ne répondroit pas qu'une autre figure de carène n'en exigeât; c'eſt au calcul à en décider, ainſi que pour un vaiſſeau également deſtiné à être armé en flûte; ainſi que pour un vaiſſeau que l'on veut raſer. Dans ces

cas & tous les autres, qui concernent la ſtabilité, l'ingénieur doit preſcrire ce qu'il y a à faire, d'après meſures & calculs & non à vue de pays, & conjecturalement.

Si la ſtabilité ſe trouvoit conſidérablement trop grande, ſoit par la nature de la charge, ſoit par la configuration de la carène, on exhauſſeroit le centre de gravité de cette charge, ou, au moyen d'un fardage, ou en en mettant une plus grande partie en entrepont; mais il faut projeter d'abord ce chargement, & enſuite ſoumettre au calcul le nouvel arrimage. Il y a en cela un tâtonnement auquel il faut ſe réſoudre, parce qu'il eſt inévitable.

TABLEAU I.

ETAT de l'Echantillon de la Membrure & de l'Epaiſſeur des Bordages, tant extérieurs qu'intérieurs, du Bâtiment ſur lequel on s'exerce.

LISSES.	ÉPAISSEUR DU VAIGRE.	ÉCHANTILLON DE LA MEMBRURE.		ÉPAISSEUR DU BORDAGE.
		Sur le Tour.	Sur le Droit	
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
Au talon dont la hauteur eſt 0,487 mètres.....	0,081	0,379	0,298	0,081
Aux Fauſſe Liſſe.....	0,081	0,298	0,298	0 081
Première.....	0,081	0,171	0,171	0,081
Deuxième.....	0,081	0,264	0,264	0,081
Troiſième.....	0,095	0,258	0,258	0,095
Quatrième.....	0,122	0,251	0,251	0,122
Cinquième.....	0,163	0,231	0,231	0,163
Sixième.....	0,163	0,217	0,217	0,163
Septième.....	0,068	0,189	0,217	0,068
Huitième.....	0,054	0,163	0,217	0,054
Neuvième.....	0,054	0,112	0,217	0,054

TABLEAU II.

CALCUL pour parvenir à la quadrature du plan de Section des Pans de Charpente, & à la détermination des points extrêmes sur les Liſſes des Axes deſdits Pans de Charpente.

	FAUSSE LISSE.		Ire. LISSE.		IIe. LISSE.		IIIe. LISSE.		IVe. LISSE.		Ve. LISSE.		VIe. LISSE.		VIIe. LISSE.		VIIIe. LISSE.		IXe. LISSE.	
Diſtance conſtante entre les Couples		2,640		2,640		2,640		2,640		2,640		2,640		2,640		2,640		2,640		2,640
Épaiſſeur de la Membrure ſur le Droit.	0,298		0,271		0,264		0,258		0,251		0,252		0,217		0,217		0,217		0,217	
× 8 pour les quatre Couples		2,384		2,168		2,112		2,064		2,008		1,848		1,73		1,736		1,736		1,736
Largeur des quatre mailles		0,256		0,472		0,528		0,576		0,632		0,792		0,904		0,904		0,904		0,904
× Par l'épaiſſeur ſur le Tour, pour avoir le plan de Section de la Maille.	0,298	0,076	0,271	0,127	0,264	0,139	0,258	0,149	0,251	0,159	0,252	0,189	0,217	0,196	0,189	0,171	0,163	0,147	0,122	0,111
Plan de Section du Pan de Charpente, calculé ci-après, réduit ſuivant la Section de la Maille.		1,238		1,016		0,985		1,034		1,148		1,281		1,238.		0,687		0,568		0,496
Calcul de la Section du Pan de Charpente.																				
Épaiſſeur du Valgre	0,081		0,081		0,081		0,095		0,122		0,163		0,163		0,068		0,054		0,054	
Epaiſſeur du Couple ſur le Tour.	0,298		0,271		0,264		0,258		0,251		0,252		0,217		0,189		0,163		0,122	
Epaiſſeur du Bordage.	0,081		0,081		0,081		0,095		0,122		0,163		0,163		0,068		0,054		0,054	
	0,460		0,433		0,426		0,448		0,495		0,557		0,543		0,325		0,271		0,230	
× 2,64 mètres, diſtance entre les Couples		1,214		1,143		1,124		1,183		1,307		1,470		1,434		0,858		0,715		0,607
Moitié de l'épaiſſeur de Charpente.	0,230		0,216		0,213		0,224		0,247		0,278		0,271		0,162		0,135		0,115	
A déduire l'épaiſſeur du Bordage.	0,081		0,081		0,081		0,095		0,122		0,163		0,163		0,068		0,054		0,054	
Quantité de la rentrée des points extrêmes des axes des Pans de Charpente	0,149		0.135		0,132		0,129		0,125		0,115		0,108		0,094		0,081		0,061	
A employer.	0,140		0,126		0,123		0,120		0,116		0,106		0,099		0,085		0,072		0,052	

TABLEAU IV.

SOLIDITÉS & Momens des Entre-Liſſes, pris dans le Tableau III, *pour parvenir à la hauteur du Centre de gravité de la Carcaſſe.*

ENTRE-LISSES.	SOLIDITÉS.	MOMENS.
Quille.....		
	.. 21,159 ..	. 23,292
Fauſſe-liſſe.....		
	.. 13,969 ..	. 22,494
Première.....		
	.. 19,550 ..	. 41,312
Deuxième.....		
	.. 20,357 ..	. 53,087
Troiſième.....		
	.. 23,504 ..	. 80,305
Quatrième.....		
	.. 32,372 ..	. 144,220
Cinquième.....		
	.. 20,489 ..	. 116,940
Sixième.....		
	.. 10,782 ..	. 71,240
Septième.....		
	.. 9,5171 ..	. 71,670
Huîtième.....		
	.. 10,101 ..	. 86,309
Neuvième.....		
	181,800	710,869

$\frac{710,869}{181,8} = 3,91013$ mètres; qui eſt la hauteur du Centre de gravité de la Carcaſſe relativement à un plan horizontal, paſſant par le deſſous de la Quille.

rate prise pour exemple.

	ME LISSE, de quadrature 1,034.		QUATRIÈME LISSE. Dont la Section a de quadrature 1,148.		
	LTANCE DESSOUS QUILLE.	MOMENS.	LONGUEUR DES AXES.	DISTANCE AU-DESSOUS DE LA QUILLE.	MOMENS.
Arrière. 8	,574	3,4624	1,272	4.980	6,3346
7	,816	3,6137	1,245	4,385	5,4593
6	,261	3.4870	1,218	3,925	4,7806
5	,869	3,4170	1,245	3,573	4 4484
4	,571	3,2703	I 218	3,302	4.1539
3	,328	3,0567	1,272	3,132	3,9819
2	,166	2,9306	1,299	2,9 8	3,8684
1	,044	2.8064	1,299	2,896	3,7619
maître.	,003	2,7922	1,299	2.869	3,7268
maître.	,003	2.7922	1,299	2,869	3,7268
Avant. 1	,030	2,8298	1,272	2,828	3,5972
2	,111	2.8817	1,272	2,924	3,7193
3	,2-4	2,9744	1,245	3.031	3,7736
4	,516	3,0972	1,191	3,220	3 8350
5	,811	3,2006	1,110	3,465	3,8462
6	,248	3,1741	0.947	3,898	3,6914
7	,817	3,1877	0,731	4,439	3,2449
		52,9770	:0,474		69,9522
	034 = 20,357		20,474 × 1,148 = 23,504		
	034 = 53,087		69,9522 × 1,148 = 80,305		

	ME LISSE, de quadrature 0,568.		NEUVIÈME LISSE, Dont la Section a de quadrature 0,496.		
Arrière. 8	,031	9,1315	1,245	9,140	11,379
7	,867	8,3086	1,299	8.978	11,663
6	,705	8,3445	1,299	8,818	11,468
5	,571	7,9950	1,299	8,680	11,275
4	,489	7,3017	1,272	8,545	10,869
3	,435	7,6506	1,272	8 491	10,800
2	,394	7,7045	1,272	8,437	10,732
1	,355	7,7659	1,272	8,382	10,662
maître.	,355	7,7659	1,272	8,382	10,662
maître.	,355	7,7659	1,272	8,382	10,662
Avant. 1	,581	6,5912	0,758	8,139	6,169
2	,381	6,5912	0,785	8.166	6,410
3	,394	6,6028	1,218	8,355	10,176
4	,408	6,6227	1,245	8,382	10,435
5	,462	6,4621	1,245	8.437	10,504
6	,571	6,3521	1,204	8,172	10,321
7	,760	6,9297	1,137	8,788	9,922
		125,8869	20,366		174,109
	568 = 9,5171		20,366 × 0,496 = 10,101		
	568 = 71,67		174,109 × 0,495 = 86,309		

TABLEAU V.

RELEVÉ des Axes des Pans de charpente fait comme il convient, pour avoir la position du Centre de gravité de la Carcasse, relativement à quelque plan vertical-latitudinal.

ENTRE-LISSES.	COUPLES ARRIÈRE.								
	Huitième.	Septième.	Sixième.	Cinquième.	Quatrième.	Troisième.	Deuxième.	Première.	Maître.
Quille	1,326	1,137	1,002	0,982	1,002	1,049	1,083	1,130	1,138
Fausse-quille	1,110	0,793	0,798	0,985	0,785	0,812	0,812	0,839	0,839
Première	1,299	1,137	1,110	1,137	1,150	1,164	1,218	1,245	1,252
Deuxième	0,758	0,947	1,069	1,191	1,272	1,213	1,353	1,373	1,394
Troisième	0,272	1,245	1,218	1,245	1,258	1,272	1,299	1,299	1,299
Quatrième	1,461	1,407	1,434	1,461	1,488	1,543	1,569	1,596	1,597
Cinquième	0,975	0,947	0,947	0,920	0,975	0,975	0,975	0,975	1,002
Sixième	0,758	0,821	0,839	0,893	0,906	0,920	0,920	0,920	0,920
Septième	1,137	1,056	1,083	1,056	0,975	1,029	1,042	1,056	1,056
Huitième	1,145	1,299	1,299	1,299	1,272	1,272	1,272	1,272	1,272
Neuvième									
	11,341	10,789	10,799	10,969	11,083	11,349	11,543	11,705	11,769
×	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	00,000	10,789	21,598	32,907	44,332	56,745	69,258	81,935	94,215

ENTRE-LISSES.	COUPLES AVANT.							
	Maître.	Première.	Deuxième.	Troisième.	Quatrième.	Cinquième.	Sixième.	Septième.
Quille	1,138	1,191	1,164	1,137	1,002	0,974	0,974	1,164
Fausse-quille	0,839	0,812	0,785	0,731	0,758	0,744	0,722	0,825
Première	1,252	1,225	1,191	1,177	1,137	1,085	1,042	1,029
Deuxième	1,394	1,394	1,367	1,308	1,231	1,137	0,975	0,839
Troisième	1,299	1,272	1,272	1,245	1,191	1,110	0,947	0,731
Quatrième	1,597	1,624	1,597	1,543	1,529	1,488	1,308	1,029
Cinquième	1,002	0,947	0,947	0,947	0,975	0,975	0,988	1,083
Sixième	0,920	1,056	1,056	1,056	1,029	0,975	0 920	0,812
Septième	1,056	0,893	0,893	0,893	0,894	0,866	0,839	0,893
Huitième	1,272	0,758	0,785	1,218	1,245	1,245	1,204	1,137
Neuvième								
	11,769	11,172	1,057	11,255	10,991	10,597	9,919	9,542
×	9	10	11	12	31	14	15	16
	105,921	111,720	121,627	134,960	142,883	148,358	148,785	152,672

TABLEAU VI.

DÉVELOPPEMENT des Couples, leurs distances au 8e. Arrière, & leurs momens pris dans le Tableau V, *pour parvenir à la distance du Centre de gravité de la carcasse au plan dudit huitième Couple Arrière.*

COUPLES.		DÉVELOPPEMENT DE CHACUN.	DISTANCE AU 8e. ARRIÈRE.	MOMENS.
Arrière.	8	11,341	0	00,000
	7	10,789	1	10,789
	6	10,799	2	21,598
	5	10,969	3	32,907
	4	11,083	4	44,332
	3	11,349	5	56,745
	2	11,543	6	69,258
	1	11,705	7	81,935
maître.		11,769	8	94,152
maître.		11,769	9	105,921
Avant.	1	11,172	10	111,720
	2	11,057	11	121,627
	3	11,255	12	134,960
	4	10,991	13	142,883
	5	10,597	14	148,358
	6	9,919	15	148,785
	7	9,542	16	152,672
		187,649		1478,642

$$\frac{1478,642}{187,649} \times 2,64 \text{ mètres.} = 20,802 \text{ mètres.}$$

ATE.

RELEV E TAL

PLAN SUPÉR A II PIE DE LA PARA

	po. li.
	4 0
	10 0
	8 0
	2 8

ue.

	1
	1
	1
	1
	10 10
	1
	1
	1
	1
	3 10
	1
	1
	1

2C

9 0 0
7 1 6

6 1 6 × ½ =

PETITE PARTIE DE L'AVANT DE SA SIXIÈME SECTION VERTICALE-LATITUDINALE.

	pi.	po.	li.
9 × ½ =	4	6	0
	7	0	6
	4	10	6
po. 11 × ½ =	2	8	3
		5	6
	19	6	9
× 2 pour doubler	19	6	9
	39	1	6
× 2 de distance entre les sections.	39	1	6
	78	3	0
× 9 6 0 distance à l'Avant. × ⅓ =	247	6	7

PETITE PARTIE DE L'ARRIÈRE DE LA HUITIÈME SECTION VERTICALE-LATITUDINALE.

	pi.	po.	li.
7 1 9 × ½ =	3	6	10
	3	10	0
	2	11	0
po. 11 × ½ =	0	5	6
	10	9	4
× 2 pour doubler	10	9	9
	21	6	8
× 2 de distance entre les sections	21	6	8
	43	1	4
× 7 6 6 distance à l'Arrière. × ⅓ =	107	7	6

CAPACITÉ DE LA FRÉGATE.

	pi.	po.	li.
	198	0	0
	181	2	9
	181	2	9
	159	9	9
	159	9	9
	127	10	6
	127	10	6
	83	2	3
	83	2	3
	25	4	0
	1327	6	6
× 8 1 6 × 2 ou 16		3	0
Ple. partie.	21,572	6	7
Fond...	79	3	10
Avant..	247	6	7
Arrière.	107	7	6
	22,007	0	6

CALCUL de la Capacité de la Frégate par Tranches.

pi.	po.	li.	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.	pi.	po.	lig.					pi.	po.	li.
198	0	0																
181	2	9	(379	2	9	× 16	3	0	= 6162	5	7)	+ 144	+ 76	=	6382	5	7
181	2	9																
159	9	9	(341	0	6	× 16	3	0	= 5541	11	1)	+ 72	+ 28	=	5641	11	1
159	9	9																
127	10	2	(287	7	11	× 16	3	0	= 4675	1	0)	+ 27	+ 4	=	4706	1	0
127	10	2																
83	2	3	(211	0	5	× 16	3	0	= 3429	3	6)	+ 4		=	3433	3	6
83	2	3																
25	4	0	108	6	3	× 16	3	0	=							1763	5	6

Petite partie au-dessous du Plan horizontal inférieur..... 79 3 10

22,006 6 6

TABLEAU VIII.

CALCUL des Sections horizontales tracées à la hauteur du Lest de fer, du Lest de pierre & de la Charge.

COUPLES.	DEMI-SURFACE DU LEST DE FER, NON COMPRIS 9 POUCES DE DEMI LARGEUR DE CARLINGUE.	DEMI-SURFACE SUPÉRIEURE DU LEST DE PIERRE.	DEMI-SURFACE SUPÉRIEURE DE LA CHARGE.
	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.
8	.....	.....	..... 2 6 0
7	..... 0 0 0	..... 1 0 0	..... 6 3 0
6	..... 0 2 9	..... 1 10 0	..... 9 6 0
5	..... 0 11 6	..... 3 3 0	..... 11 10 0
4	..... 1 9 6	..... 4 9 6	..... 13 4 0
3	..... 2 9 6	..... 6 2 6	..... 14 1 0
2	..... 3 6 0	..... 7 5 0	..... 14 7 0
1	..... 4 1 3	..... 8 2 6	..... 14 9 6
maître.	..... 4 6 6	..... 8 5 6	..... 14 10 3
1	..... 4 2 0	..... 7 7 6	..... 14 8 0
2	..... 3 5 6	..... 6 6 9	..... 14 3 0
3	..... 2 8 0	..... 5 4 0	..... 13 4 0
4	..... 1 8 0	..... 3 11 0	..... 11 9 6
5	..... 0 4 9	..... 2 4 6	..... 9 4 0
6	.....	.....	..... 5 6 0
7	.....	.....	..... 1 10 3
	pi. po. li. 30 3 3	pi. po. li. 68 11 9	pi. po. li. 172 7 6
Ordonnées. Arrière	0 0 0	1 0 0	2 6 0
Ordonnées. Avant	0 4 9	2 4 6	1 10 3
	0 4 9 × ½ = 0 2 4	3 4 6 × ½ = 1 8 3	4 4 3 × ½ = 2 2 2
	30 0 11	67 3 6	170 5 4
	30 0 11	Celle du Lest de fer..... 30 0 11	Section à 7 pi. Tableau VII. 159 9 9
	pi. 60 1 10	Restitution des 9 po. par Ordonnées.... 8 3 0	pi. 330 3 1
	× 8 ½ = 489 0 0	105 6 5	× 8 ½ = 2683 5 3
	× 6 po. = 244 6 0	pi.	× 6 po. = 1341 8 7
	Capacité au dessus de la Carlingue. 72 0 0	× 8 ½ = 817 5 8	
		× 11 po. = 785 0 0	
	316 6 0	Ci-dessus... 67 3 6	
		Section à 3 pi. Tableau VII. 83 2 3	
		pi. 150 5 9	
		× 8 ½ = 1222 7 9	
		× 7 po. = 713 2 2	

TABLEAU IX.

DÉTERMINATION du Centre de gravité des Mâts, Vergues, Voiles, Gréement.

	SOLIDITÉS EN POIDS.	DISTANCE AU PLAN HORIZONTAL EN-DESSOUS DE LA QUILLE.	MOMENS.
	livres.	pieds.	
Grand Mât	8901,61	38,167	339830
Mât de misaine	7657.81	37,500	287160
Beaupré	4908,88	29,000	142360
Artimon	2430,30	30,567	74287
Grand Mât de Hune	1712,10	99,333	170070
Petit Mât de Hune	1712,10	97,500	166930
Grand Perroquet	312,80	139,500	43636
Petit Perroquet	296,80	134,333	39806
Perroquet de Fougue	838,96	85,000	71312
Bâton de Pavillon	318,75	40,000	12750
Bâton de Foc	356,25	45,500	16209
	29445,89		1364350
Grande Vergue	3681,61	66,833	246620
De Misaine	2992,63	63,500	190030
D'Artimon	1921,90	56,000	107630
De Civadière	903,72	27,500	24852
Contre-Civadière	184,39	41,667	7683
De grande Hune	1843.90	87,333	161400
De petit Hunier	1046,50	83,000	85730
De grand Perroquet	205,92	129,500	26667
De petit Perroquet	165,08	125,000	20635
Vergue Sèche	860,70	62,167	53507
De Perroquet de Fougue	235,24	77,000	18114
	14041,59		942868
Sommes du poids des Mâts.	29445,89	*Idem* des Momens.	1364350
Poids des Mâts & Vergues.	43487,48	× 53,05377 =	2307218
Voiles $\frac{1}{3}$ × 14041,59 =	4680,53	× $\frac{1}{3}$ × 942868 =	314289
Gréement des Mâts	34770,00	× 53,05377 =	1844714
	82938,01	× 53,8501 =	4466221
Ou	41,469 tonn.	× 53,8501 =	2233,110

TABLEAU X.

TABLEAU X.

RÉPARTITION du Gréement de la Frégate, d'après M. LESCALIER.

	ton.		ton.
Du Mât de Pavillon.....	12, ci.....		12
d'Artimon.....	1398, ci.	1398	2439
Chaînes de Haubans 2430,3 ton. $\times\frac{1}{7}$.	=	1041	
de Perroquet de Fougue.....	566 ci.....		566
Grand Mât.....	7926, ci.	7926	11488
Chaînes de Haubans 8312 $\times\frac{1}{7}$.....	=	3562	
Grand Mât de Hune.....	3934, ci.....		3934
Grand Perroquet.....	773, ci.....		773
Mât de Misaine.....	5627, ci.	5627	8683
Chaînes de Haubans 7132 $\times\frac{1}{7}$	=	3056	
Petit Mât de Hune.....	3346, ci.....		3346
Petit Perroquet.....	643, ci.....		643
Beaupré.....	852, ci.....		852
Focs, Voiles d'Etai, Bonnettes.....	2034, ci.....		2034
			34770
Cables, Manœuvres de combats de rechange, &c.....	67939, ci.....		67939
	95050		102709
Chaînes de Haubans.....	7659		

TABLEAU XI.

CALCUL du Déplacement de la Frégate en exemple.

RELEVÉ DES ORDONNÉES DES PLANS DE FLOTTAISON.

COUPLES.	PREMIER OU SUPÉRIEUR.	SECOND.	TROISIÈME.	QUATRIÈME.	CINQUIÈME.
F. 8	0 3 0	0 3 0	0 3 0	0 3 0	0 3 0
7	11 6 9	6 6 4	3 0 3	1 6 6	0 6 6
6	13 9 9	10 6 6	6 5 6	3 1 3	1 0 6
5	15 1 6	13 1 0	9 6 6	4 11 3	1 6 0
4	16 1 0	14 8 3	11 11 0	6 11 8	2 0 6
3	16 7 6	15 7 6	13 5 3	8 11 8	2 7 6
2	17 0 0	16 2 3	14 4 0	10 6 8	3 0 3
1	17 1 6	16 5 9	14 10 9	11 7 6	3 3 0
maître.	17 2 6	16 7 0	15 1 3	12 0 6	3 4 4
maître.	17 2 6	16 7 9	15 2 10	11 10 9	3 4 4
1	17 1 9	16 6 6	14 12 9	11 1 6	3 0 9
2	16 11 3	16 1 6	14 2 6	9 11 9	2 8 0
3	16 6 0	15 4 3	12 11 6	8 3 3	2 1 3
4	15 10 0	14 0 9	10 11 3	6 3 0	1 6 3
5	14 4 3	11 10 6	8 2 0	4 1 3	1 0 0
6	10 10 3	7 10 6	4 6 9	1 11 9	0 5 3
F. 7	3 6 6	1 9 0	0 5 6	0 3 0	0 3 0
Bordages.	237 2 0 8 0 0	210 2 4 5 4 0	170 5 7 4 0 0	113 10 3 4 0 0	32 0 2 4 0 0
	245 2 0	215 6 4 215 6 4	174 5 7 174 5 7	117 10 3 117 10 3	36 0 2
		431 0 8	348 11 2	235 8 6	

Ordonnées extrêmes.

0 3 0 3 6 6	0 3 0 1 9 0	0 3 0 0 5 6	0 3 0 0 3 0	0 3 0 0 3 0
3 9 6 × ½ = 1 10 9	2 0 0	0 8 6	0 6 0 6 × ½ = 0	3 0

Plans de flottaison.

Première.	244 3 3	429 0 8	348 2 8	235 2 6	35 9 2
Deuxièm.	429 0 8			× 8 1 6 =	290 7 0
Troisièm.	348 2 8	DISTANCES.		× 1 10 0 =	532 8 10
Quatriè..	235 2 6			Ci-contre	31534 8 6
Cinquiè..	35 9 2	Entre les Couples.	Entre les Plans.		32067 5 4 ½
	(1292 5 3	× 8 1 6	× 3 = 31534 8 6)	=	1145 tonn.

TABLEAU XII.

CALCULS du Centre de gravité de Déplacement & du Métacentre de la Frégate en exemple.

CENTRE DE GRAVITÉ DE DÉPLACEMENT, A 6 PIEDS DE BATTERIE.

1°. *De la principale Partie.*

Premier Plan. .	244,2	× $\frac{1}{6}$ =	40,7
Second.	214,5	1	214,5
Troisième. . .	174	2	348
Quatrième. . .	117,5	3	352,5
Cinquième. .	36	$\frac{(3\times5)-4}{6}$	66
	786		1021,7

1er. plan. 244
5e. plan. 36
280 × $\frac{1}{2}$ = 140
646

× dist^ces. 3^pi
= 3065,1
× $\frac{1}{646}$ = 4,745 pi.

2°. *Petit Fond.*

$\left(\begin{smallmatrix}\text{pi.}\\11\end{smallmatrix}\ \begin{smallmatrix}\text{po.}\\0\end{smallmatrix}\ (\text{Tableau XI}) \times \frac{1}{2} + 12\right) = 12,611^{\text{pi.}}$

DISTANCE DU MÉTACENTRE, AU CENTRE DE GRAVITÉ DE CARÈNE. A 6 PIEDS 2 POUCES 9 LIGNES DE BATTERIE.

Couples.	Ordonnées.			*Id.* avec 6 po. de bordage.			*Idem* avec décimales.	Cubes des Ordonnées.
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.		
F. 8	0	3	0	0	9	0	0,75	0,422
7	11	4	0	11	10	0	11,83	1655,59
6	13	7	0	14	1	0	14,08	2791,31
5	15	0	0	15	6	0	15,50	3723,87
4	15	11	0	16	5	0	16,42	4427,10
3	16	7	0	17	1	0	17,08	4981,69
2	16	11	6	17	5	0	17,46	5321,71
1	17	1	0	17	7	0	17,58	5433,51
maître.	17	2	0	17	8	0	17,67	5517,08
maître.	17	2	0	17	8	0	17,67	5517,08
1	17	0	6	17	6	0	17,62	5470,38
2	16	11	0	17	5	0	17,42	5286,21
3	16	4	0	16	10	0	16,83	4767,08
4	15	8	0	16	2	0	16,17	4227,95
5	14	2	0	14	8	0	14,67	3157,11
6	10	7	0	11	1	0	11,08	1360,25
7	3	4	0	3	10	0	3,83	56,18
								63696,522

Extrêmes. { 0,422 / 56,180

56,602 × $\frac{1}{2}$ = 28,301

63668,221
× 2 = 127336,442
× 8 $\frac{1}{2}$ = 1034608,591
× $\frac{1}{3}$ × $\frac{1}{31136}$ = 11,076
= $\frac{1}{3}\frac{\int y^3\,dx}{D}$

TABLEAU XIII.

CALCUL de capacité & du Centre de gravité de la principale partie de la carène.

SOMMES DES ORDONNÉES, TIRÉES DU TABLEAU VII.

	pi.				
Première Section.....	198	×	$\frac{1}{6}$	=	33
	189,5	....	1	.....	189,5
Deuxième.....	181	....	2	.....	362
	170,5	....	3	.....	511,5
Troisième.....	160	....	4	.....	640
	144	....	5	.....	720
	128	....	6	.....	768
	105,5	....	7	.....	738,5
	83	....	8	.....	664
	54	....	9	.....	486
	25	×	$\frac{1}{6}((3\times11)-4)$		120,9
	1438,5	.....			5233,4
198		..	× $\frac{1}{1317}$	=	3,973
25					
223 × $\frac{1}{2}$	111,5				
	1317,0				

TABLEAU XIV.

CALCUL de la distance du Métacentre au Centre de gravité de Carène, à 5 pi. 2 po. 9 li. de batterie.

COUPLES.	ORDONNÉES.			*Idem* AVEC 6 PO. DE BORDAGE.			*Idem* AVEC DÉCIMALES.	CUBES DES ORDONNÉES.	
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.			
8	0	3	0	0	9	0	0,750	.....	0,42
7	12	5	0	12	11	0	12,917	.....	2156,69
6	14	3	0	14	9	0	14,750	.....	3209,05
5	15	5	0	15	11	0	15,917	.....	4034,87
4	16	3	0	16	9	0	16,750	.....	4699,42
3	16	9	0	17	3	0	17,250	.....	5132,95
2	17	1	0	17	7	0	17,583	.....	5433,21
1	17	3	0	17	9	0	17,750	.....	5592,36
maître.	17	3	0	17	9	0	17,750	.....	5592,36
maître.	17	3	0	17	9	0	17,750	.....	5592,36
1	17	2	0	17	8	0	17,667	.....	5517,08
2	17	1	0	17	7	0	17,583	.....	5433,21
3	16	8	0	17	2	0	17,167	.....	5061,87
4	16	1	0	16	7	0	16,583	.....	4557,78
5	14	9	0	15	3	0	15,250	.....	3546,58
6	11	5	0	11	11	0	11,917	.....	1693,67
7	5	0	0	5	6	0	5,500	.....	166,37

67420,25

Extrêmes { 0,42 / 166,37

166,79 × $\frac{1}{2}$ = 83,39

67336.86

× 2 = 134673,72

× $8\frac{1}{6}$ = 1094223,97

× $\frac{1}{3}$ × $\frac{1}{35501}$ = 10,391

DEUXIÈME SECTION.

Rechercher l'aſſiette que prendra un Bâtiment de mer à ſa miſe à l'eau, c'eſt-à-dire ſes tirans d'eau de l'arrière & de l'avant (*).

ON ne conſidère, pour avoir l'aſſiette des bâtimens, que leur tirant d'eau de l'avant & de l'arrière, parce que l'on ne compte ſur aucune inclinaiſon relativement à leurs côtés, qui doivent être égaux & ſemblables; nous n'entrons

(*) S'il n'étoit queſtion que de déterminer la différence de tirant d'eau d'un bâtiment armé, on pourroit ſe contenter d'employer la hauteur du métacentre, relativement aux petites inclinaiſons ayant pour axe de mouvement celui ſelon la largeur du bâtiment, & calculée ſur une flottaiſon en charge parallèle àla quille. Souſtrayant la différence de hauteur des centres de gravité de déplacement & de ſyſtème, de la diſtance du premier au métacentre; conſidérant le reſte, qui eſt de plus de 150 pieds dans un vaiſſeau de 74 armé, comme rayon; & la différence de diſtance au faux 8 de ces mêmes centres de gravité de déplacement & de ſyſtème, comme ſinus, leur rapport eſt égal à celui de la longueur du bâtiment & de la différence de tirant d'eau. Mais il n'y auroit pas communément aſſez d'exactitude à employer cette méthode pour avoir la différence de tirant d'eau des bâtimens lèges, parce qu'elle eſt ordinairement trop grande pour qu'on puiſſe conſidérer la poſition du métacentre comme conſtante.

On voit au mot STABILITÉ, pag. 662 du 3e. tom., que la formule pour cette ſorte de recherche du métacentre, au lieu d'être

$$\frac{2\int dx\, y^3}{3p}, \text{ eſt } \frac{\int dx\,(y^3+v^3)}{3p},$$

y étant les ordonnées longitudinales de l'arrière, ſi l'on veut; v celles de l'avant; l'axe d'inclinaiſon ou l'abſciſſe paſſant par le centre de gravité de la flottaiſon ſupérieure.

Remarquez que les Notes comprises dans le texte, telles que celle-ci, sont indiquées par des astérisques, au lieu que celles répétées à la fin, le sont par des lettres; quelques-unes cependant de la première Section (fort courtes) l'ont été par (a).

pas non plus dans la conſidération de l'arc, parce que cela compliqueroit trop le problème ſans influer ſenſiblement ſur ſa ſolution : il ne doit donc être queſtion que d'une inclinaiſon du plan de flottaiſon à la quille, & de ſa hauteur, par rapport au deſſous de ladite quille, & il faut commencer par ſe procurer la moyenne de cette hauteur.

Pour cela, calculez le déplacement à une certaine hauteur de batterie; conſtruiſez-en l'échelle de ſolidité; déterminez le poids de la coque & le centre de gravité de ſyſtème, ſuivant la méthode donnée pour cet objet.

Pour éclaircir cette inſtruction, nous l'accompagnerons d'un exemple, en opérant d'après une frégate portant 26 canons de 12 en batterie, ſur laquelle nous avons déjà exercé.

Mais pour avoir plus de préciſion dans les calculs, nous la traçons ſur une plus grande échelle, conduite à laquelle nous conſeillons de ſe conformer. Nous employerons donc une échelle de 4,32 li. pour pied, ou 3 centimètres pour mètre (*) qui ſont également trois centièmes de celle de ces meſures qu'on adopte; & il faut tracer ces deux échelles, parce que pluſieurs baſes des calculs étant anciennes, ſont préſentées en anciennes meſures.

(*) Les gravures n'ont pu ſe faire ſur une auſſi grande échelle, mais bien les originaux, ſur leſquels ont été priſes les meſures employées dans les calculs.

Le déplacement doit ſe calculer pour ſix pieds de batterie ; ainſi :

	pi.	po.	li.
Creux de la frégate, ſuivant le devis...	17	10	6
Hauteur de quille.....	1	2	0
Epaiſſeur du bordage du pont.....	0	2	9
Hauteur des ſeuillets pour le 12.....	1	6	0
Diſtance verticale du ſeuillet au milieu, au plan horizontal paſſant par le deſſous de la quille.....	20	9	3
A ſouſtraire pour la hauteur de la batterie.....	6	0	0
Tirant d'eau moyen.....	14	9	3
Hauteur de la quille .... 1 2 0 / A ſouſtraire pour la râblure 0 2 9		11	3
Hauteur de la carène à calculer, y compris la râblure pour l'épaiſſeur du gabord....	13	10	0
Diviſant en ſix tranches de hauteur égale, chacune aura.....	2	3	8
ou bien.....mètres			0,749

D'après un plan vertical-latitudinal hors bordages (*fig.* 96), avec de faux couples 7 avant, 8 arrière, à la diſtance conſtante, comme il faut le faire, & le tracé ſur le plan vertical longitudinal (*fig.* 97) des projections des plans horizontaux comprenant les tranches, faites parallèlement à la quille, on a calculé le déplacement

Pl. XXXII.

Pl. XXXIII.

total

total, & enſuite par tranches, comme on le voit dans le Tableau n°. 7 (*).

On y voit que les quatre premières tranches déplacent 592 tonneaux ; c'eſt à-peu-près ce qu'a déplacé cette frégate à ſa miſe à l'eau, ſuivant le compte qu'en a rendu l'ingénieur qui l'a conſtruite ; mais il eſt à remarquer qu'elle pèſe 40 ou 50 tonneaux de plus que les frégates de ce rang, apparemment parce qu'on a forcé ſur l'échantillon.

D'après le calcul par tranche, on a conſtruit l'échelle de ſolidité (*fig.* 98) ; mais elle eſt inutile pour notre objet actuel, le déplacement lège ſe trouvant ſenſiblement ſur une diviſion. Pl. XXXIV.

On trouve la ſolidité de carcaſſe dans la recherche qui en a été faite en même temps que du centre de gravité de ſyſtème ; le calcul en eſt préſenté en ſix Tableaux, un à ſix, & il a été fait conformément à ce qui eſt enſeigné dans la Section précédente. On trouvera quelque changement dans le n°. 1, concernant l'épaiſſeur du bordage de ponit qui n'eſt porté qu'à 0,075 mèt., au lieu de 0,081, parce qu'effectivement il n'eſt porté dans le devis qu'à 2 po. 9 li., ou 0,075 mètres, au lieu de 3 po. ou 0,081. Cela influe un peu ſur le Tableau n°. 2.

La ſolidité de carcaſſe a été déterminée dans le Tableau n°. 4 ; elle eſt de 175,726 mètres pour un côté, qui, multiplié par 29,174 pi. cubes que contient un mètre cube, donnent 5126,63 pi. cubes.

Mais au lieu de multiplier cette quantité par 80, pour avoir des livres, comme il faut le faire pour les

(*) Il faut faire attention aux numéros de Tableaux en chiffres arabes ou chiffres romains ; ces derniers appartiennent à la Section précédente.

bâtimens où l'on s'eſt conformé aux échantillons, il faudra multiplier par 88, vu que cette frégate pèſe près d'un dixième en ſus plus que les autres. Nous augmenterons moins le facteur pour les ponts, parce qu'il n'y a pas apparence que l'ouvrier ſe ſoit autant écarté des dimenſions données dans ces parties à découvert, & où la vérification eſt facile.

Ce n'eſt pas peut-être un des moindres avantages, de ſe livrer enfin à calculer les bâtimens, que de retenir, à l'égard des négligences qui produiſent des écarts pareils.

$5126{,}63 \times 88 = 451143{,}44$ liv., & pour les deux côtés 451,143 tonneaux, poids de la carcaſſe.

Sur un plan vertical-latitudinal intérieur ou en-dedans du vaigre (*fig.* 99), on a relevé les ordonnées des faux-pont, pont & gaillards; on a enfin le tracé (*fig.* 100.) ayant eu ſoin de déterminer les épaiſſeurs de charpente aux extrémités ſur ce plan vertical-longitudinal (*fig.* 97), pour ſe procurer les extrémités de ces ponts.

PL. XXXV. PL. XXXVI. PL. XXXIII.

Le calcul de ſurface de ces ponts eſt exécuté dans le Tableau n°. 8.

Ayant pour épaiſſeur de bordage & hauteur de baux:

	Bordages.		Baux.	
	po.	mèt.	po.	mèt.
Faux-pont.....	2 $\frac{1}{2}$ ou	0,068	9 ou	0,244
Pont.....	2 $\frac{3}{4}$	0,074	9	0,244
Gaillard.....	2	0,054	6	0,162,

on aura pour les $\frac{1}{9}$ de hauteur des baux joints à l'épaiſſeur de bordages (p. 243, l. 7),

Pour le Faux-pont.....	0,122 mèt.
Pour le Pont.....	0,128
Pour les Gaillards.....	0,090

Ce ſont ces quantités que l'on emploie comme multiplicateur des ſurfaces des ponts, ſavoir, 187,0545 faux-pont, 206,322 pont, 186,7562 gaillards, (Tableau 8), pour avoir la ſolidité des ponts en mètres.

On multipliera par 29,174, pour avoir des pieds; & au lieu de multiplier par 70, pour avoir des livres, vu l'excédant de peſanteur de cette frégate-ci, on multipliera par 72, ce qui donnera pour les

		ton.
Faux-pont....	47935 pour les deux côtés	47,935
Pont.....	55472	55,472
Gaillards.....	35326.....	35,326
		138,733
Poids de la carcaſſe trouvé ci-deſſus.....		451,143
		589,876

Ce poids eſt conforme au compte qu'en a rendu le conſtructeur; ainſi on peut légitimement employer, nous le répétons, les quatre tranches donnant 592 tonneaux.

La hauteur des quatre tranches

= 0749 (p. 322, l. 17) × 4 = 2996 mèt.

Hauteur de la quille, & non compris la râblure

11 po. 9 li., ou 0,305

Tirant d'eau moyen de la frégate lège....3,301

La difficulté, maintenant, conſiſte à en trouver la différence de l'arrière à l'avant.

Cependant cette détermination eſt indiſpenſable pour un bâtiment d'une nouvelle conſtruction, dans le cas où l'on ſeroit chicané à ſa miſe à la mer, par la profondeur d'eau, telle qu'il pourroit s'en trouver aſſez pour une

petite différence, & cependant en manquer pour une grande. On a vu un cutter anglais qui tiroit 5 pi. d'eau avant, 14 pi. arrière.

Le principe phyſique ſur lequel on établit le calcul, eſt que les centres de gravité de ſyſtème & de déplacement doivent être dans la même verticale; ainſi c'eſt la ligne d'eau qui détermine le déplacement rempliſſant cette condition qu'il faut rechercher.

Le calcul qui a donné la ſolidité de la coque, en procure en même temps la poſition du centre de gravité de ſyſtème, ſavoir:

Diſtance aux plans paſſant par le deſſous de la quille (Voy. Tableaux 4 & 8) (*)..... mèt. 4,4644

(*) Le Tableau 8 donne la ſolidité des ponts en mètres, & prépare à la détermination de leur centre de gravité.

La diſtance horizontale de ce centre de gravité, par rapport au 8 arrière, ſe détermine par trois momens: celui de la principale partie & ceux des petites parties de l'avant & de l'arrière.

Pour la principale partie du faux-pont, vous avez (Méc. 299), la ſomme des momens 570,218 à diviſer par 70,69, & à en multiplier le quotient par l'intervalle entre les couples 2,64.

$$\frac{570,218}{70,69} \times 2,64 = 21,30545$$

&, ſelon le même principe, pour les autres ponts: pour celui de la batterie 21,08395; pour les gaillards 21,05425.

Le centre de gravité des petites parties de l'avant & de l'arrière ſe recherche par la méthode concernant le trapèze (Méc. 279), dont on ſe procure la diſtance par rapport à la grande baſe, ayant, Tabl. 8, la hauteur deſdits trapèzes, ou diſtances entre les ordonnées 0,6; 0,8; 1 &c.: enſuite, pour celles de l'avant, on y ajoute la ſomme des intervalles entre cette ordonnée, priſe pour baſe, & celle au 8 arrière. Quant aux petites parties de l'arrière, on en emploie le moment négativement, parce qu'elles ſont ſur l'arrière du 8.

Au faux-pont, il n'y a pas de petites parties de l'arrière, & il y a 16 diſ-

Par le faux 8 arrière (Voy. Tabl. 6 & 8)... 20,713

tances entre le 8 arrière & la base de celle de l'avant, qui donne $16 \times 2,64 = 42,24$ à ajouter, comme il est dit ci-dessus.

De tout ceci, & de l'inspection du Tabl. n°. 8, il résulte le développement du calcul ci-après, procurant ces distances horizontales (*a*) *

$$\frac{186,6216 \times 21,30545 + 0,4329 \times 42,34104}{187,0545} = 21,34415.$$

$$\frac{-2,8528 \times 0,3740806 + 202,62 \times 21,08395 + 0,8492 \times 42,3315 68}{206,322} = 20,8747.$$

$$\frac{-7,066 \times 0,99851 + 178,2792 \times 21,05425 + 1,411 \times 42,325774}{186,7562} = 20\ 38072.$$

La distance verticale du centre de gravité, par rapport au-dessous de la quille, se détermine, d'abord pour le pont de la batterie, par le creux auquel on ajoute le bouge du maître bau, l'épaisseur du bordage du pont et la hauteur de la quille (*b*) *; ensuite pour les faux-ponts & gaillards, on soustrait pour le premier, on ajoute pour les autres, la hauteur au milieu des entre-ponts qu'ils comprennent, à la distance trouvée pour le pont de la batterie.

De ces distances de centre de gravité de ponts, de celle de carcasse, (Tableau 4), il résulte les momens ci-après:

Coque.	Tonneaux.	Distances au-dessous de la quille.	Momens.
Carcasse.....	451,143.....	3,87589.....	1748,60
Pont.....	55,472.....	6,529	362,18
Faux-Pont.....	47,935.....	4,815	230,81
Gaillards.....	35,326.....	8,464	291,94
	589,876.....	Distances au 8.	2633,53
Carcasse.....	451,143.....	20,65314.....	9317,40
Pont.....	55,472.....	20,87470.....	1158,00
Faux Pont.....	47,935.....	21,34413.....	1023,10
Gaillards.....	35,426.....	20,38072.....	719,97
			12218,47

D'où $\frac{2633,53}{589,876} = 4,4644$ & $\frac{12218,47}{589,876} = 20,713$

Voyez (*a*)* & *b** aux corrections, &c. à la suite de la préface.

Maintenant il faut calculer d'abord le centre de gravité des quatre tranches produiſant le déplacement (la frégate lège & ſans différence); il ſe trouvera ordinairement, dans une verticale ſur l'avant de celle qui paſſe par le centre de gravité de ſyſtème.

Calculez enſuite le centre de gravité d'un déplacement égal, mais avec une différence plus grande que celle que l'on peut eſtimer; il ſera dans une verticale ſur l'arrière de celle où ſe trouve le centre de gravité de ſyſtème.

Pl. XXXI ou XXXVI. Suppoſons $L\,L'$ (*fig.* 101 ou 101′) la flottaiſon ſans différence, le centre de gravité de ſyſtème en c, celui de déplacement ſans différence en c', menez la verticale $C\,\gamma'$, l'horizontale $c'\,\gamma'$; faites le rectangle $C\,C\,c'\,\gamma'$. Pour que la frégate pût demeurer à ce déplacement, il faudroit faire mouvoir des parties de ſon ſyſtème, de manière que ſon centre de gravité parvînt en C' (*).

Suppoſons $l\,l'$ la flottaiſon à une différence trop grande, faites une conſtruction analogue; pour contenir la frégate dans ce nouveau déplacement, il faudroit faire mouvoir des poids de manière que le centre de gravité de ſyſtème parvînt en C''.

Opérant graduellement le paſſage du premier de ces déplacemens au ſecond, il ſe fera, par le mouvement des poids, un mouvement du centre de gravité de ſyſ-

(*) Ce mouvement ſeroit poſſible, les emménagemens n'étant pas en place, les bois travaillés & les fers étant à bord : on pourroit les tranſporter ſur l'avant, autant qu'il ſeroit néceſſaire, avec l'attention de ne pas exhauſſer ces poids.

tème ſelon $C\,C\,C'$, ou ſelon une courbe qui, très-alongée, ſe confond avec ces deux droites. Appelant x le centre de gravité de carène cherché, il ſe fera en même temps un mouvement des centres de gravité de carène ſelon $c'\,x\,c$, ou ſelon $c'\,\gamma'\,x\,\gamma\,c$; vu encore que les droites $c'\gamma'$, $c\,\gamma$ ſe confondent avec la courbe.

Les degrés de mouvement ſelon $C\,C\,C'$ ſeront à ceux ſelon $c'\,\gamma'\,x\,\gamma\,c$ dans le rapport de ces deux lignes; ainſi, pour le centre de gravité de ſyſtème C, celui de déplacement étant parvenu en x (de même que le point γ' qui n'eſt plus un angle, parce que les $\gamma'\,c'$ ſe ſont évanouis), on aura :

$$C'\,C\,C'' : c'\,\gamma'\,x\,\gamma\,c :: C'\,C : c'\,x, \text{ ou bien}$$

$$C\,C' + C\,C'' : C\,C' + C\,C'' + \gamma'\,x + x\,\gamma ::$$
$$C'\,C : C'\,C + \gamma'\,x \text{ ou bien (Arith. n°. 184),}$$

$$C'\,C + C\,C'' : C\,C' + C\,C'' + \gamma'\,x + x\,\gamma - CC' -$$
$$C\,C'' :: C\,C' : C'\,C + \gamma'\,x - CC', \text{ ou enfin}$$

$$C'\,C + C\,C'' : C'\,C :: \gamma'\,x + x\,\gamma' : \gamma'\,x.$$

Ainſi il faut partager $\gamma\,\gamma'$ pour avoir ſon point de diviſion x dans le rapport de $C\,C' + C\,C''$ à $c\,C$: & on aura la partie $\gamma'\,x$; CC'' donneroit ſa partie $\gamma\,x$.

La petite ligne $\gamma\,\gamma'$ eſt à $C\gamma$ ou $C\gamma'$ (ſenſiblement égales), comme la différence ſuppoſée de tirant d'eau eſt à la longueur des plans de flottaiſon.

Revenons-en donc au calcul du centre de gravité pour les deux déplacemens.

Celui du déplacement ſans différence, eſt exécuté

dans le Tabl. n°. 9; ſon centre de gravité s'y trouve être à la diſtance :

	mt.
Du faux 8 arrière de.....	22,121
De la flottaiſon ſupérieure de.....	1,0391
Du deſſous de la quille de.....	2,2619
Tirant d'eau moyen.....	3,3010

(Pag. 325, lig. 21).

Pour celui d'une différence de tirant d'eau, par exemple, de 1, 2 mètres, plus grande que celle que l'on peut eſtimer, il faut tirer une ligne d'eau à cette différence : rien ne détermine ſa poſition en hauteur ou ſa rencontre avec la flottaiſon ſans différence ; mais nous y reviendrons, comme on le verra, par une fauſſe poſition.

Nous ferons donc paſſer, en attendant, cette flot-
Pl. XXXI. taiſon en différence par le milieu m (*fig.* 101) de la longueur de celle ſans différence ; au moyen de quoi les triangles projetés $L\,ml$, $L'\,ml'$ (ſection des onglets d'immerſion & d'émerſion) ſeront ſenſiblement égaux ; mais non pas la ſolidité de ces onglets : il faut la déterminer. Quant aux centres de gravité, on ne s'en occupera que quand on les aura réduits à l'égalité.

Vous pouvez vous guider pour votre calcul, d'après la théorie du n°. 107 de la Mécanique de Bezout ; cependant il n'eſt queſtion dans notre cas, ni d'onglets cylindriques, ni même d'onglets de priſme.

On applanit cette dernière difficulté, en menant une ligne d'eau $\lambda\,\epsilon$ pour la moitié de la différence ; cette flottaiſon ſera d'une ſurface moyenne à l'égard des deux autres ;

autres ; en l'employant, vous pourrez conſidérer les onglets comme appartenant à des priſmes ayant pour baſe la partie de la flottaiſon qui les comprend, & pour hauteur, chaque, la demi-différence.

La flottaiſon aura de longueur :

	mt.
En arrière du faux 8 arrière, y compris le bordage	0,27
Du faux 8 arrière au faux 7 avant, 16 diſtances de 2,64	42,24
En avant du faux 7 avant, y compris auſſi le bordage	0,42
	42,93
dont la moitié eſt de	21,465
Du point du milieu que donne cette quantité	21,465

vous aurez, vers l'arrière :

La petite partie arrière	0,270
8 diſtances à 2,64	2,120
Conſtante en avant du maître arrière	0,075
Vers l'avant	21,465
La petite partie avant	0,42
7 diſtancess à 2,64	18,48
Conſtante en arrière du maître avant	2,565
	21,465
La plus grande largeur de cette flottaiſon eſt (pour la moitié) de	5,35
Diviſez-la en quatre parties égales de	1,3375

Par ces points de diviſion tirez des parallèles indéfinies à l'axe longitudinal (*fig.* 100). PL. XXXVI.

La courbe qui comprend la quatrième partie opposée au grand axe étant d'une courbure moins alongée, il faut pour cela y multiplier les ordonnées; divisez donc la partie de l'abciſſe qu'elle comprend en 3 parties égales. . . . . 0,445833, &c.

Menez par les points de diviſion pareillement des parallèles.

Vous releverez ces ordonnées comme ſuit :

ORDONNÉES LONGITUDINALES.

	Const. vers l'Abſciſſe.	Distances	Partie vers l'extr.	Ordon.
ARRIÈRE.				
Grand axe	0,075	8x2,64	0,27	21,465
Première	0,075	7x2,64	0,46	19,085
Deuxième	0,075	6x2,64	0,92	16,835
Troiſième	0,075	5x2,64	0,28	13,555
Première ſous-diviſion	0,075	4x2,64	1,15	11,785
Seconde *idem.*	0,075	3x2,64	1 00	8,995
Tangente	0,000	0x0,00	0,00	0,000
AVANT.				
Grand axe	2,565	7x2,64	0,42	21,465
Première	2,565	6x2,64	1,06	19,465
Deuxième	2,565	5x2,64	1,60	17,365
Troiſième	2,565	4x2,64	0,86	13,985
Première ſous-diviſion	2,565	3x2,64	1,61	12,095
Seconde *idem.*	2,565	2x2,64	1,57	9,415
Tangente	0,000	0x,000	0,00	0,000

Maintenant, d'après la théorie indiquée, conſidérant

la projection des onglets ſur le plan vertical-longitudinal (*fig.* 100), qui ſont deux triangles égaux & ſemblables, on verra que ces onglets peuvent être ſuppoſés engendrés par une ſuite de triangles ſemblables, chacun de ces triangles ayant pour baſe l'ordonnée $=y$, & pour hauteur généralement $\frac{H}{L} \times y$, faiſant $H =$ la demi-différence; L = la demi-longueur : pour notre cas $\frac{0,6}{21,465} \times y$; la ſurface du triangle élémentaire ſera donc $= \frac{0,6}{2\times 21,465} \times y\,y$; la ſolidité infiniment petite du priſme $= \frac{0,6}{2\times 21,465} \times y \times y\,dx$ & l'expreſſion de ſon intégral $\frac{0,6}{2\times 21,465} \times \int y\,y\,dx$. Pl. XXXI.

Or, l'intégration nous en eſt familière ; (*Voyez* ce calcul dans le Tableau 10 : vous y avez 13 ordonnées, y compris la tangente *o* & le grand axe, pour 12 diſtances entre les ordonnées.

On n'a diviſé en douzième que le dernier quart où la courbe a plus de courbure, conſidérant les parties compriſes dans les trois autres quarts comme des droites; & d'après cette conſidération, on a employé deux fois le grand axe, trois fois la première ordonnée, trois fois la ſeconde & deux fois la troiſième; c'eſt une méthode qu'a dictée la Géométrie élémentaire, conſidérant les trapèſes, & qui peut trouver ſa place ailleurs.

Traitant les carrés de ces ordonnées comme des quantités linéaires, on opère pour avoir la ſolidité des onglets, comme pour avoir une ſurface. On en multiplie la ſomme, où il n'entre que la moitié des extrêmes, par

une fraction de conſtante qui donne tout de ſuite la quantité en tonneaux.

On voit que la ſolidité de l'onglet de l'avant a un excédent ſur celle de l'arrière, ou que l'immerſion eſt plus conſidérable que l'émerſion de 1,886 tonneaux; ainſi la frégate déplaceroit moins d'autant.

Pour l'amener à ſon vrai déplacement ſans changer la différence, il faut élever la flottaiſon à cette différence, ſans changer ſon inclinaiſon, & de manière que la tranche compriſe entre l'une & l'autre donne cette quantité de tonneaux. Cette opération portera la rencontre de cette flottaiſon exhauſſée, avec la flottaiſon ſans différence, vers l'avant d'une quantité qui ſera à la hauteur de cette petite tranche, comme la longueur du plan de flottaiſon eſt à la différence de tirant d'eau.

Occupons-nous de rechercher cette hauteur.

La ſomme des ordonnées de la flottaiſon, en n'y employant que la moitié des extrêmes, eſt (Tableau n°. 7, 3e. Section), de	64,632	= N.	1,8104476
× La diſtance entre les ordonnées	2,64	=	0,4216039
× Le nombre de pieds cubes que contient le mètre	19,174	=	2,4649960
Total en pieds cubes de ce que contiendra un priſme ayant cette flottaiſon pour baſe & un mètre de hauteur			3,6970475

Ci-contre..... 3,6970475

Diviseur pour avoir des tonneaux..... 28 = 1,4471580

Tonneaux pour un côté.....177,78 = 2,2498895

Pour l'autre côté 177,78

355,56.

Maintenant, faites la proportion suivante:

355,56: 1 mètre :: 1,886: $\frac{1,886}{355,56}$ = 0,0053043, suivant le calcul ci-après :

Log. 1,886 = 0,2755417

355,56 = 2,5509129

0,0053043 = $\bar{3}$,7246288.

Il faut donc, pour projeter la nouvelle flottaison sur le plan vertical-longitudinal, tirer à celle passant par le milieu de la flottaison sans différence, une parallèle à cette distance de 0,0053043 mt., & elle la coupera sur l'avant de ce point du milieu, d'une quantité qui sera donnée par cette proportion

0,6 : 21,465 :: 0,0053043 :

$\frac{21,465 \times 0,0053043}{0,6}$ = 0,18976 ou 0,19, suivant le calcul ci après :

Log..... 21,465 = 1,3317309

0,0053043 = $\bar{3}$,7246288

$\bar{1}$,0563597

0,6 = $\bar{1}$,7781513

0,18916 = $\bar{1}$,2782084.

Ce ſera donc de 0,18976 ou 0,19 qu'il faudra alonger les ordonnées de l'arrière, raccourciſſant d'autant les ordonnées de l'avant, & d'après cela dreſſer le Tableau 11.

Il faudra augmenter auſſi la hauteur de l'onglet de l'arrière.....0,6	0,6053043
De la petite hauteur de la tranche.....0,0053043	
& ſouſtraire de cette même hauteur.....0,6	0,5946957
pour avoir celle de celui de l'avant. 0,0053043	
	1,2000000.

L'expreſſion de l'intégral ne différera de celle que nous avons donnée plus haut, qu'en ce que pour l'arrière

$$H = 0,6053043, \; L = 21,465 + 0,19 = 21,655;$$

pour l'avant,

$$H = 0,5946957, \; L = 21,465 - 0,19 = 21,275.$$

Ayant fait les nouvelles ordonnées, provenant des précédentes augmentées de 0,19 pour l'arrière $= y$, diminuées de cette quantité pour l'avant $= Z$, on aura pour la ſolidité des onglets en tonneaux,

Pour l'arrière,

$$\frac{\frac{1}{2} \times 0,6053043 \times 0,445833 \text{ \&c.} \times 29,174}{21,655 \times 28} \times \int y\,y\,dx;$$

Pour l'avant,

$$\frac{\frac{1}{2} \times 0,5946957 \times 0,445833 \text{ \&c.} \times 29,174}{21,275 \times 28} \times \int z\,z\,dx.$$

On voit dans le Tableau n°. 11, que

$\int y\,y\,dx = 3285,074$ & $\int z\,z\,dx = 3282,831$, ainſi :

Calculs des expreſſions ci-deſſus.

ARRIÈRE.		AVANT.	
Logarithme $\frac{1}{2}$ × 0,6053043		$\frac{1}{2}$ × 0,5946957	
= 0,3026521	= $\overline{1}$,4809407	0,2973478	= $\overline{1}$,4732679
0,44583	= $\overline{1}$,6491693	0,44583	= $\overline{1}$,6491693
29,174	= 1,4649960	29,174	= 1,4649960
	0,5951060		0,5874332
21,655	= 1,3355582	21,275	= 1,3271696
	$\overline{1}$,2595478		$\overline{1}$,2595636
28	= 1,4471580	28	= 1,4471580
	$\overline{3}$,8123898		$\overline{3}$,8124056
3185,074	= 3,5165486	3182,831	= 3,5162444
21,327	= 1,3289384	21,314	= 1,3286500
21,327 pour l'autre côté.		21,314	
42,654 pour tribord & basbord. .		42,628	

Réſultats auſſi égaux qu'on peut l'eſpérer ; la différence n'eſt que de 52 livres : prenons 42,64.

Les onglets ainſi amenés à l'égalité, il en faut rechercher les centres de gravité qui nous conduiront à avoir celui de la carène en différence de tirant d'eau de 1,2 mt.

Les élémens de ces onglets étant triangulaires, leurs centres de gravité, ſelon leur plus grande longueur, ſont à la diſtance de leur ſommet, ou de la ligne de rencontre des plans ſans différence & avec différence, des deux tiers de cette longueur, c'eſt-à-dire = $\frac{2}{3}$ y pour l'arrière ; $\frac{2}{3}$ z pour l'avant : & l'expreſſion de l'in-

tégration deviendra $\frac{2}{3}\int y^{\prime}\,dx$ & $\frac{2}{3}\int z^{\prime}\,dx$, ayant toujours les mêmes facteurs conſtans chacune à chacune.

Continuant de traiter les puiſſances des ordonnées comme des quantités linéaires, on aura, comme on peut le voir au Tableau n°. 11 :

$$\int y^{\prime}\,dx = 58974,59 \;\&\; \int z^{\prime}\,dx = 58851,41.$$

Opérons en prenant les logarithmes des facteurs conſtans de l'autre part.

ARRIÈRE.		AVANT.	
	$\bar{3},8123898$		$\bar{3},8124056$
Log. 58974,59 =	$4,7706679$	58851,41 =	$4,7697538$
	$2,5830577$		$2,5821594$
Diviſés par la ſolidité.		Diviſés par la ſolidité.	
− 21,327 =	$1,3289384$	− 21,314 =	$1,3286500$
17,952 =	$1,2541193$	17,927 =	$1,2535094$
× 2		× 2	
35,904		35,854	
× $\frac{1}{3}$		× $\frac{1}{3}$	
11,968		11,951.	

La diſtance du centre de gravité de ces onglets à un plan vertical paſſant par la ligne de rencontre eſt donc :

Pour celui de l'arrière..... 11,968

Pour celui de l'avant..... 11,951

Afin de le rapporter au plan paſſant par le faux 8 arrière : pour l'arrière, il faut ſouſtraire de la partie du grand axe arrière 21,655, cette quantité 11,968 & la petite partie arrière du 8 que nous avons trouvé (*pag.* 329, *lig.*

lig. 7), être de 0,27 ; ainſi vous aurez cette diſtance

$$= 21{,}655 - 11{,}968 - 0{,}27 = 9{,}417^{\text{mt.}}$$

pour l'avant, il faut également ſouſtraire de 21,655 la petite partie 0,27, enſuite ajouter au reſte 11,951 ; ainſi vous aurez la diſtance cherchée

$$= 21{,}655 - 0{,}27 + 11{,}951 = 33{,}336.$$

Quant à la hauteur de ces centres de gravité d'onglets, il faut conſidérer qu'ils ſe trouveront dans des verticales compriſes entre les grands côtés de leur projection ſur le plan vertical-longitudinal, à une diſtance de la rencontre des flottaiſons : pour l'arrière de 11,968, pour l'avant de 11,951, & au milieu de ces petites verticales ; & leur longueur ſera à ces diſtances reſpectives, comme la longueur de la flottaiſon à la différence de tirant d'eau, ou comme leur moitié ; ainſi, pour l'arrière, on a :

$$\frac{0{,}6}{21{,}465} \times \tfrac{1}{2} \times 11{,}968 = 0{,}16727 ;$$

quantité à ajouter au tirant d'eau moyen 3,301 (*pag.* 328, *lig.* 6) ; pour l'avant :

$$\frac{0{,}6}{21{,}465} \times \tfrac{1}{2} \times 11{,}951 = 0{,}16702 ;$$

quantité à ſouſtraire du tirant d'eau moyen.. 3,301.

OPÉRATIONS :

Log. 0,6 $= \overline{1}{,}7781513$

21,465 $= 1{,}3317309$

$\overline{2}{,}4464204$

$\frac{1}{2} \times 11{,}968 = 5{,}984$; $\frac{1}{2} \times 11{,}951 = 5{,}975$

Logarithme... $\frac{0{,}6}{21{,}465} = \overline{2}{,}4464204$ Log. $\frac{0{,}6}{21{,}465} = \overline{2}{,}4464204$

$5{,}984 = 0{,}7769916$ $5{,}975 = 0{,}7763379$

$0{,}16727 = \overline{1}{,}2234120$ $0{,}16702 = \overline{1}{,}2227853$

Ainſi la diſtance du centre de gravité des onglets à un

plan horizontal passant par le dessous de la quille, sera :

Pour l'arrière = 3,301 + 0,16727 = 3,46827 ;

Pour l'avant = 3,301 — 0,16702 = 3,13398 :

Elle sera, à l'égard du faux 8 arrière, comme on le voit (*page* 339, *lig.* 6 & 8) :

Pour l'arrière de..... 9,417 mt.

Pour l'avant de..... 33,336.

La distance du centre de gravité de système, comme on le voit (*page* 326, *lig.* 12 ; *page* 327, *lig.* 1), est,

Relativement au dessous de la quille. 4,4644 ;

Relativement au faux 8 arrière de.... 20,713.

La distance du centre de gravité de carène sans différence, comme on le voit (*page* 330, *lig.* 3 & 5, est,

Relativement au dessous de la quille... 2,2619 ;

Relativement au faux arrière..... 22,1210.

Le poids de la carène (*page* 323, *lig.* 2), est de..... 592 tx.

Celui des onglets (*pag.* 337, *lig.* 17), de..... 42,64.

Donc la distance du centre de gravité en différence de tirant d'eau de 1,2 mt., sera, à l'égard du dessous de la quille,

$$= \frac{42{,}64 \times 3{,}46827 + 592 \times 2{,}2619 - 42{,}64 \times 3{,}13398}{592}$$

$$= \frac{42{,}64 \times (3{,}46827 - 3{,}13398)}{592} + \frac{592 \times 2{,}2619}{592}$$

$$\times\ 2{,}2619 + \frac{42{,}64 \times 0{,}33429}{592} = 2{,}285978$$

Opérations.....

Log. 42,64 = 1,6298172

0,33429 = $\overline{1}$,5241234

1,1539406

592 = 2,7723217

0,024078 = $\overline{2}$,3816189

2,261900 =

2,285978

Cette distance du centre de gravité de carène en différence, sera, à l'égard du faux 8 arrière =

$$\frac{42{,}64 \times 9{,}417 + 592 \times 22{,}121 - 42{,}64 \times 33{,}336}{592} =$$

$$-\frac{42{,}64 \times (9{,}417 - 33{,}336)}{592} + \frac{592 \times 22{,}121}{592} =$$

$$22{,}121 - \frac{42{,}64 \times 23.919}{592} = 20{,}3982.$$

OPÉRATIONS.....

Log.	42,64 =	1,6298172
	23,919 =	1,3787430
		3,0085602
	592 =	2,7723217
	1,7228 =	0.2362385

22,121
1,7228
20,3982.

De ce centre de gravité, ainsi déterminé sur le plan vertical-longitudinal en *c* (*fig.* 101, 101′), imaginez une parallèle à la quille qui se termine à la perpendiculaire abaissée du centre de gravité de système sur cette même quille; la parallèle sera la base & la partie de la perpendiculaire comprise entre le centre de gravité de système, & le point de rencontre de ces deux lignes sera la hauteur d'un triangle rectangle. PL. XXXI & XXXVI.

Cette base s'exprimera par la différence des distances au faux 8 arrière du centre de gravité de système 20,713 (*page* 340, *lig.* 11), & du centre de gravité de carène en différence 20,3982 ci-dessus,

$$20{,}713 - 20{,}3982 = 0{,}3148.$$

L'expression de la hauteur sera la différence des distances au-dessous de la quille du centre de gravité de

ſyſtème 4,464 (*pag.* 338, *lig.* 10), au centre de gravité de carène en différence 2,285978 (*pag.* 338, *lig.* 23),

$$4{,}4644 - 2{,}285978 = 2{,}178422.$$

Ce triangle n'eſt pas celui dont la conſtruction doit être analogue à celui que donneroit le rectangle $CC'\gamma'c'$ (*fig.* 101, 101′), c'eſt-à-dire $C\gamma'c'$. Pour l'analogie, il faut que la baſe de celui-ci (du triangle analogue à $C\gamma'c'$) ſoit parallèle, & ſa hauteur perpendiculaire à la flottaiſon en différence; on voit que pour avoir le triangle $C\gamma c$, qui remplit cette condition, il faut diminuer l'angle du triangle dont nous venons de déterminer les dimenſions, au centre de gravité de ſyſtème, de l'angle que forment entr'elles les flottaiſons avec & ſans différence, & augmenter d'autant celui de la baſe.

Pl. XXXI & XXXVI.

Recherchons ces angles par les tables de ſinus.

Pour avoir celui du premier triangle au centre de gravité, faites cette proportion :

(*r*) 2,178422 : (*t*) 0,3148 :: (*R*) *N* 10 : *N* 9,1598971 = Tangente de 8° 13′ 20″ :

Opérations.....

Log. 0,348 = $\overline{1}$,4980347
10
9,4980347
2,178422 = 0,3381376
T 8°. 13′ 20″ = 9,1598971

Pour avoir l'angle que forment entr'elles les flottaiſons, prenez leur longueur pour rayon & leur différence pour tangente, ou la moitié de ces quantités, & faites cette proportion :

(r) 21,465 : (t) 0,6 :: (R) N 10 : N 8,446204 = Tangente 1° 36′ 4″ :

Opérations.....
Log. 0,6 = $\overline{1}$,7781513
10
9,7781513
21,465 = 1,3317309
T 1° 36′ 4″ = 8,4464204

Donc l'angle au centre de gravité du triangle cherché, ſera = 8° 13′ 20″ − 1° 36′ 4″ = 6° 37′ 16″.

Comme ſon hypothénuſe eſt la même que celle du triangle, dont 2,178422 & 0,3148 ſont les deux autres côtés, elle ſera

$= \sqrt{(2{,}178422)^2 + (0{,}3148)^2} = 2{,}2016$:

Opérations.
Log. 2,178422 = 0,3381376 — Log. 0,3148 = $\overline{1}$,4980347
2
4,7474000 = 0,6762752 — 0,099099 = $\overline{2}$,9960694
0,0996099
4,8470099 = 0,6854730
× ½ = 00,3427365 = L 2,2016.

Au moyen de cette hypothénuſe 2,216 & de l'angle 6° 37′ 16″, nous aurons les ſinus & coſinus, ou les deux autres côtés du triangle par ces proportions.

(R) N 10 : ſin 6° 37′ 16″ = N 9,0618412 :: (r) 2,2016 = (N) 0,3427365 :
N 1,4045777 = 0,25385 = $c\gamma$ = $C\,C'$

(R) N 10 : coſ. 6° 37′ 16″ = N 9,9970937 :: 2,2016 = N 0,3427365 :
N 0,3398302 = 2,1869 = $C\gamma$.

Opérations.
9,9970937
0,3427375
10,3398302
10
0,3398302 = Log. 2,1869 coſinus 6° 37′ 16″
9,0618412
0,3427365
9,4045777
10
$\overline{1}$,4045777 = Log. 0,25385 ſinus 6° 37′ 16″.

Nous avons pour la distance du centre de gravité de carène sans différence au 8 arrière (*page* 328, l. 3)..... mt. 22,121

Pour celle du centre de gravité de système au même 8 arrière, (*pag.* 325, *lig.* 31)..... 20,7713

Donc $c'\gamma'$ (*fig.* 101, 101′) $= C'C =$ 1,408

$c\gamma = CC' =$ (*pag.* 341, *lig.* 25)..... 0,25385

$\gamma\gamma'$ (*pag.* 327, *lig.* 22 & *pag.* 339, *lig.* 30 *) =

$$2,1869 \times \frac{0,6}{21,465} = 0,061139.$$

Opérations.....
Log. 0,6 = $\overline{1},7781513$
2,1869 = 0,3398289
0,1179802
21,465 = 1,3317309
0,061139 = $\overline{2},7862493$

Donc (*pag.* 327, *lig.* 18) $(CC + CC'')$ 1,408 + 0,25385 : (CC') 1,408 :: $(\gamma\gamma')$ 0,061139 : $(\gamma' x)$ $\frac{1,408 \times 0061139}{1,408 \times 0,25385} =$ $\frac{1,408 \times 0,061139}{1,66185} = 0,051116674.$

Opérations.....
Log. 1,408 = 0,1486027
0,061139 = $\overline{2},7862493$
$\overline{2},9348520$
1,66185 = 0,2205788
0,051674 = $\overline{2},7142732$

(*) L'on y donne les lignes $C\gamma$, $C\gamma'$ comme sensiblement égales, au moyen de quoi l'on prend indifféremment l'une ou l'autre pour terme de comparaison. Ici, on emploie $C\gamma = 2,1869$, cosinus de l'angle $c C\gamma$. Ce peut être matière à quelque scrupule géométrique; car $C\gamma' = 4,4644$ (*pag.* 6, *lig.* 14), — 2,2619 (*pag.* 328, *lig.* 5) = 2,1925 & $(C\gamma')$ 2,1925 — $(C\gamma)$ 2,1869 (*pag.* 339, *lig.* 30), = 0,0056: quantité qu'on pourra vouloir regarder comme sensible.

Pour satisfaire à cette délicatesse, considérant $C\gamma$ comme le rayon cherché, le sinus de l'angle $\gamma C\gamma' = 1° 36' 4''$; prenez en même temps son cosinus que vous soustrairez de $C\gamma'$, ce reste & le sinus trouvé, seront les deux côtés d'un triangle rectangle dont $\gamma\gamma'$ est l'hypothénuse.

Obſervant que le nouvel angle $x\ C\ \gamma'$ doit donner celui que feront définitivement à leur rencontre les deux plans de flottaiſon, conſidérant ($C\gamma'$) 4,4644 (pag. 324, lig 13), — 2,2619 (pag. 230, lig. 5) = 2,205 comme baſe du triangle & ($\gamma' x$) 0,051674, comme ſa hauteur, on aura la hauteur des onglets par ces proportions,

POUR L'ARRIÈRE:

$$2{,}205 : 0{,}051674 :: 21{,}655 : \frac{0{,}051674 \times 21{,}655}{2{,}205} = 0{,}50865 :$$

OPÉRATIONS.....

Log.	0,051674	= $\overline{2}$,7142732
	21,655	= 1,3355582
		0,0498314
	2,205	= 0 3434086
	0,50865	= $\overline{1}$,7064228

POUR L'AVANT:

$$2{,}205 : 0{,}051674 :: 21{,}275 : \frac{0{,}051674 \times 21{,}275}{2205} = 0{,}49973 :$$

OPÉRATIONS.....

Log.	0,051674	= $\overline{2}$,7142732
	21,275	= 1,3278696
		0,0421428
	2,205	= 0,3434086
	0,49973	= $\overline{1}$,6987342

Tirant d'eau moyen....	3,301	3,301
Hauteur d'onglets: arrière	0,50865	av. 0,49973
Tirant d'eau (*), arrière	3,80965	2,80117
	2,80127	

Différence de tirant d'eau 1,00838. Haut. d'ongl. { arr. 0,50865 / av. 0,49973 } 1,00838

(*) Réduction en pieds de roi.

	pi.	po.	li.		pi.	po.	li.	
				{	11	8	9	de tirant d'eau arrière.
	20	4	3	{	8	7	6	de *idem*.. ... ... avant.
	10	2	1		3	1	3	diff. du tirant d'eau.
		3	0	de fauſſe quille				
Tirant d'eau moyen.....	10	5	1					

On voit que ce centre de gravité cherché x aura pour distance au faux 8 arrière, celle qui se trouve entre ce couple & le centre de gravité de système diminué de $\gamma' x$, c'est-à-dire 20,713 (pag. 339, lig. 23), — 0,051674 = 20,661326.

Quant à sa hauteur, on pourroit prendre celle de γ' très-proche de celle de γ; mais, exactement, la différence en hauteur de ces deux points doit être divisée dans le rapport de $\gamma' c' + \gamma c$ à $\gamma' c'$ ou de $C'C + CC''$ à $C'C$.

g est plus bas que c; pour avoir leur différence, il faut faire cette proportion:
($\frac{1}{2}$ longueur) 21,465 : ($\frac{1}{2}$ diff.) 0,6 :: ($c\gamma$ (pag. 342, lig. 7) 0,25385 : 0,0070957.

Opérations.....
Log. 0,6 = $\overline{1}$,7781513
0,25385 = $\overline{1}$,4045777
$\overline{1}$,1827290
21,465 = 1,3317309
0,0070957 = 3,8509981

Il faut donc soustraire cette quantité 0,0070957 de la hauteur c (pag. 340, lig. 2), 2,2859 78, & on aura 2,278823 pour la hauteur de γ, ci..... 2,2788823.

La hauteur de γ' = celle de c' (pag. 328, lig. 5), = ... 2,2619

Différence en hauteur des points γ & γ' ... 0,0169823.

Tirant d'eau à sa mise à l'eau avec fausse quille de 3 pouces,

Arrière	11	7	Différence 1 pieds.
Avant	6	7	
Somme...	21	2	
Moyen ...	10	7	

Il devoit y avoir 15 à 10 tonneaux de lest sur l'avant.

Il

Il faut donc faire, comme nous venons de le voir (pag. 344, lig. 9), cette dernière proportion : ($CC + CC'$) 1,66185 (p. 342, l. 17) : (CC) 1,408 (*id.*) :: 0,0169823 ci-dessus : 0,014388.

Opérations.....

Log.	1,408	= 0,1486027
	0,0169823	= 2,2299888
		2,3785915
	1,66185	= 0,2205788
	0,014388	= 2,1580127
	2,261900	Hauteur de γ' ou de c' (p. 328, lig. 5).
	2,276288	Distance du centre de gravité x cherché à un plan horizontal passant par le dessous de la quille.

TROISIÈME SECTION.

Rechercher l'équilibre d'un Bâtiment de mer abattu en carène, c'est-à-dire les poids à la tête des mâts, représentés par l'immersion des pontons, pour le maintenir dans une inclinaison donnée, la quille suffisamment éventée & horizontalement.

Faites un plan vertical-latitudinal hors bordages (*fig.* 96), avec les attentions qui ont été prescrites pour les plans intérieurs, (Ire. Section de cette IVe. Partie, p. 254); par le point de rencontre Q de la ligne du milieu & du trait du dessous de la quille, faites passer des droites $Q\,X$ qui fassent un angle de 67 degrés avec cette ligne du milieu : ce sera la projection des plans longitudinaux où se rapporteront entr'autres les distances latitu- Pl. XXXII.

dinales des centres de gravité de toutes les parties du système du bâtiment abattu en carène.

Menez à chacune de ces deux lignes une perpendiculaire $A\ B$, passant à 0,18 mètres de distance de l'angle de la quille, ce sera la flottaison supérieure de la partie submergée pendant l'abattage, & la quille sera éventée d'autant. Mais comme cette ligne n'est tirée qu'à vue de pays, il y aura à y retoucher. Il est à souhaiter qu'une pratique éclairée guide dans cette approximation; sans cela le tâtonnement seroit augmenté ou la solution du problème fort compliquée.

I.

Calcul du Déplacement de la partie submergée.

Cette partie actuellement submergée, d'après la flottaison qu'on lui a supposée, a de hauteur de A en X, $3{,}332^{mt.}$; divisons cette hauteur en quatre parties égales de $0{,}833^{mt.}$ chaque, & la partie la plus basse aussi en trois parties de $0{,}277666$ ou 278 chaque : par ces points de division, tirons des parallèles à la flottaison supérieure. Ces parallèles forment sur le plan des projections de lignes ou sections d'eau que nous relevons par couple, comme cela est exécuté Tableau 12.

Perpendiculairement à la flottaison, nous menons sur ce plan vertical-latitudinal deux lignes $P\ F$, $p\ f$ convenablement, pour avoir les points d'aboutissement des lignes ou sections d'eau; ce sont des projections de sections verticales-longitudinales que nous traçons $P\ P\ F\ F$, $p\ p\ f\ f$ (*fig.* 102). Nous traçons aussi les sections d'eau ou

Pl. XXVIII.

horizontales, *fig.* 103, où reparoiſſent en *PF*, *pf* les projections des deux ſections, *fig.* 102.

Au bas des colonnes, Tableau 12, ſont ſommées les projections des ſections d'eau à chaque couple, avec ſouſtraction de la moitié des extrêmes; par exemple, 115,19 pour la ſection d'eau ſupérieure; 98,11 pour celle au-deſſous; &c. : reſte à multiplier par la diſtance 2,64 entre les projections de couples, pour avoir la ſurface de la ſection entre les couples extrêmes, ce qui eſt exécuté Tableau 13, ſecond article où l'on voit

$$115{,}19 + 2{,}64 = 304{,}1016, \text{ \&c.}$$

Dans ce Tableau 13, Ier. article, ſont calculées les ſurfaces des petites parties de l'arrière & de l'avant de ces couples extrêmes : par exemple, on a 4,2449 mt. pour la petite partie de l'arrière du 8 à la ſection ſupérieure; elle a été réduite en triangles, parce qu'elle eſt formée par la voûte, & une partie du Tableau qui donne des lignes à-peu-près droites; la diviſion en deux triangles *B H b*, *B h b*, *fig.* 103, paroît donner une exactitude ſuffiſante; la baſe *B b* en eſt (Tableau 13), de 2,27 mt.; les hauteurs *H H' h h'* de 2,86 & 0,88.

$$2{,}27 \times \tfrac{1}{2} \times 2{,}86 + 2{,}27 \times \tfrac{1}{2} \times 0{,}88 = 3{,}2461 + 0{,}9988 = 4{,}2449.$$

Les autres petites parties ont été conſidérées comme des paraboles, & leurs baſes ſont par conſéquent multipliées par les deux tiers de leur hauteur (Mécanique, n°. 95). On a ainſi 0,90106 pour la petite partie arrière du 8 de la deuxième Section, où la baſe de la parabole (Projection de flottaiſon au 8 arrière, Tableau 12 & 13), eſt 1,57, & la hauteur de cette parabole 0,87, &c.

De là il s'enſuit un réſultat (IIe. Partie du Tableau 13), où l'on voit la première ſection d'eau être de 318,2582; la ſeconde de 263,049, &c.

Les ſections d'eau ne conſervant pas ici à-peu-près une même longueur comme dans le bâtiment droit, on ne peut faire le calcul du déplacement ſelon la méthode ordinaire; nous en conſidérons les tranches comme des cônes tronqués, dont les ſections d'eau ſont les baſes. Multipliant donc ces baſes l'une par l'autre, extrayant la racine carrée du produit, additionnant cette racine avec les deux baſes; multipliant la ſomme par le tiers de la hauteur, on a (Alg. 279), la ſolidité du tronc ou de la tranche; ainſi on a (IIIe. Partie du Tableau 13),

$\sqrt{318,2585 \times 263,0490} = 289,34$, &c.; & 1988,85 pour la ſomme des ſections d'eau & de la racine carrée de leur produit deux à deux des trois tranches ſupérieures, laquelle multipliée par $\frac{1}{3} \times 0,833 = 552,233$.

Pour les deux tranches au-deſſous, n'ayant chaque que le tiers de hauteur des tranches ſupérieures, on a la ſomme $455,8 \times \frac{1}{3} \times 0833 = 42,187$.

Au-deſſous de ces deux petites tranches eſt une partie de même hauteur que l'on peut conſidérer comme paraboloïde. Pour en avoir la ſolidité, il faut multiplier la ſection d'eau inférieure 41,28 par la moitié de la hauteur,

ou $\frac{1}{2} \times 0,833$; $41,28 \times \frac{1}{2} \times 0,833 = 5,731$ mt.

& $552,233 + 42,187 + 5,731 = 600,151$ mt.

& enfin $600,151 \times \frac{29,174}{28} = 625,31$ tonneaux.

I I.

Calcul du Centre de gravité de la partie ſubmergée.

Il faut d'abord rechercher le centre de gravité de chaque tranche, dont il ne reſtera qu'à ſommer les momens dont on diviſera la ſomme par la ſolidité du déplacement.

On rapportera les diſtances du centre de gravité, 1°. au plan vertical-longitudinal projeté en $Q\,X$ (*fig.* 96 & 103); 2°. à un plan vertical-latitudinal paſſant par le 8 arrière; 3°. au plan de flottaiſon ſupérieure. Pl. XXXII & XXXVII.

1°. *Des diſtances du Centre de gravité des tranches au Plan vertical-longitudinal.*

Dans le Tableau 14, on trouve un arrangement de colonnes par ſection d'eau ou flottaiſon. La première de ces colonnes contient les projections compriſes dans la ſection d'eau, de chaque couple, relevées ſur le plan vertical-latitudinal (*fig.* 96); la ſeconde, la diſtance du centre de gravité de ces projections au plan vertical-longitudinal, l'une & l'autre priſes dans le Tableau 12; la troiſième, les momens : on a ſommé les colonnes des projections & des momens, fait déduction des projections & des momens extrêmes, & on a eu, par exemple, pour la principale partie de la ſection d'eau ſupérieure : Pl. XXXII.

Sommes des momens réduites. $603{,}475$
Sommes des projections, *idem*. $115{,}19 = 5{,}239$

Par la même opération, on a la distance du centre de gravité de la principale partie de chaque section, SAVOIR.....

2e...	5,7303
3e...	5,7049
4e...	5,6167
5e...	5,5953
6e...	5,4512

Quant aux petites parties des sections de l'arrière & de l'avant, il n'y a que celle de l'arrière de la section d'eau supérieure que nous ne considérons par comme parabole; nous l'avons partagée en deux triangles. Divi-
PL. XXXVII. sant l'angle *hbB* (*fig.* 103) de l'un en deux parties égales, ainsi que l'angle *BHb* de l'autre, le centre de gravité de chacun sera (*Méch. n°.* 278.) au tiers de la ligne de division, à partir du côté opposé à l'angle divisé. Ces centres de gravité trouvés par des opérations grafiques, reste à prendre par ouverture de compas leur distance à la projection du plan vertical-longitudinal; à l'égard du grand, elle se trouve de 7,72 mètres, à celui du petit, de 8,74. Ainsi pour cette partie on aura :

$$\frac{3,2461\,(p.347,l.22)\times 7,72+0,9988\,(p.347,l.22)\times 8,74}{3,2461+0,9988}=\frac{33,78941}{4,2449}=7,96:$$

distance de la petite partie de 4,2449 de surface, qui donne pour moment 33,78941.

Les autres petites parties étant considérées comme des paraboles, pour avoir la distance de leur centre de gravité, tant au plan vertical-longitudinal, qu'au plan vertical-latitudinal, il faut d'abord, par une droite menée du milieu de leur base, en partager la surface en deux parties

égales; par exemple, pour la petite partie arrière du 8 de de la deuxième section, dont la surface est de 0,9106 (Tableau 13), on partagera cette surface en deux parties égales, par une droite menée du point du milieu de sa base 1,57.

Comme ces figures ne sont que des paraboles approchées, cette opération ne peut se faire avec une précision géométrique; le mieux est de tirer près de leur sommet une parallèle à la base; de la diviser en deux parties aussi égales, & de tirer la droite par la moitié de ces parallèles. Leur centre de gravité sera, sur cette droite, à la distance des deux cinquièmes de leur hauteur de la base, comme nous le démontrerons ci-après.

C'est d'après la détermination de ces points que l'on s'est procuré la distance du centre de gravité des petites parties, pour le présent à la projection du plan vertical-longitudinal projeté en QX, fig. 96 & 103, & le calcul des momens, comme il suit : Pl. XXXII et XXXVII.

PETITES PARTIES.

	SECTIONS.	SURFACES.	DISTANCES.	MOMENS.
ARRIÈRE..	Supérieure ou première.	4,2449...	7,96....	33,7894
	2.....	0,9106...	7,58....	6,90235
	3.....	0,1813...	7,05....	1,278165
	4.....	0,0635...	6,46....	0,41021
	5.....	0,2027...	6,07....	1,23039
	6.....	3,2116...	5,75....	18,4667
AVANT....	Supérieure ou première.	9,9117...	6,3	62,4437
	2.....	3,128 ...	6,6	20,6448
	3.....	6,3943...	6,5	41,56295
	4.....	3,4935...	6,32....	22,07892
	5.....	0,108 ...	6,28....	0,67824
	6.....	2,4575...	5,8	14,2535

Et voilà le calcul des momens pour la principale partie:

		V. Tabl. 13.	*V. p.* 350.	
Principales parties entre les petites parties extrêmes.	Supérieure ou première.	304,1016	5,239	1593,174
	2	259,0104	5,7303	1484,20008
	3	182,3976	5,7049	1040,55072
	4	106,7412	5,6167	600,78744
	5	77,3784	5,5953	432,97056
	6	35,6136	5,4512	194,13768

d'où il réſulte le calcul ſuivant du centre de gravité de ſections.

SECTIONS:

1. $\frac{33,7894 + 1593,174 + 62,4437}{(\text{Tabl. XIII.})\ 318,2582} = \frac{1689,4071}{318,2582} = 5,30829$

2. $\frac{6,90235 + 1484,20008 + 20,6448}{Id.\ .\ 263,049} = \frac{1511,74723}{263.049} = 5,74702$

3. $\frac{1,278165 + 1040,55072 + 41,56295}{Id.\ .\ 188,9732} = \frac{1083,391835}{188,9732} = 5,73309$

4. $\frac{0,41021 + 600,78744 + 22,7892}{Id.\ .\ 110,0282} = \frac{623,27657}{110,0282} = 5,6647$

5. $\frac{1,23039 + 432,97056 + 0,67824}{Id.\ .\ 77,6961} = \frac{434,87919}{77,6961} = 5,597862$

6. $\frac{18,3667 + 194,13768 + 14,2535}{Id.\ .\ 41,2827} = \frac{226,85788}{41,2827} = 5,49523$

Mais ces ſix diſtances ſont celles des ſections d'eau & non celles des tranches qu'elles comprennent. Le centre de gravité de ces tranches ſe détermine d'après cette formule $x = \frac{h^2 (S^4 - s^4)}{4C(S^2 - 2Ss + ss)} - \frac{hs}{S - s}$, faiſant x = ſa diſtance à la plus petite baſe; X' = ſa diſtance au ſommet du cône; SS = la grande baſe; ss = la petite baſe; h = la hauteur du tronc de cône. Démontrons-le:

D'abord: $\frac{1}{3} h\ (SS + Ss + ss)$ = la capacité de la tranche = C. (Page 348) (Algèbre 279).

enſuite:

enſuite :

$$\left.\begin{array}{l}\frac{hS}{S-f} = \text{hauteur du cône total...}\\ \frac{hf}{S-f} = \text{hauteur du cône retranché}\end{array}\right\} \text{Géométrie, n°. 243.}$$

Donc $\frac{1}{4} \times \frac{hf}{S-f} \times \frac{1}{3} \times \frac{hf}{S-f} \times ff + x' \times C =$

$\frac{1}{4} \times \frac{hS}{S-f} \times \frac{1}{3} \times \frac{hS}{S-f} S^2$ (Géo. n°s. 242 & 243.) (Méc. n°s 260 & ſuivans.)

D'où $x' = \frac{h^2(S^4-f^4)}{4C(S^2-2Sf+ff)}$ & $x = \frac{h^2(S^4-f^4)}{4C(S^2-2Sf+ff)} - \frac{hf}{S-f}$ (*).

(*) Cette formule, bonne pour les tranches d'une épaiſſeur fort ſenſible, compriſes entre des baſes d'une différence en ſurface pareillement grande, ne fourniroit pas un réſultat ſatisfaiſant pour une hauteur de tranche très-petite qui auroit des baſes peu différentes de quadrature.

Par exemple, dans un vaiſſeau où le fond de la cale d'un pied de haut, conſidéré comme paraboloïde, ne peut contenir tout le leſt de fer; il monte dans la tranche au-deſſus. Suppoſons que ce ſoit de 0,08 pieds; que les baſes de cette tranche, auſſi d'un pied de hauteur, ſoient : celle inférieure = 1496,389 pi. carrés : celle ſupérieure = 1994,546, on aura pour la baſe à 0,08 pi. de hauteur, la ſection :

$$(\sqrt{1994,546} - \sqrt{1496,389}) \times 0,08 + \sqrt{1496,389})^2 = 1533,612;$$

Mais il faudroit pouſſer l'exactitude du calcul à l'excès & au point que les tables de logarithmes ſeroient loin d'y ſuffire, pour trouver la quantité cherchée.

$$\sqrt{1533,612} = 39,161362\,;\quad \sqrt{1496,349} = 38.683188,$$

le calcul pouſſé juſqu'à 6 décimales; on ſeroit obligé d'en négliger les opérations où ſes fractions doivent entrer, & la fraction un peu plus grande que 0,04 pour la diſtance du centre de gravité à la petite baſe que l'on cherche, en ſeroit altérée d'une manière fort ſenſible, relativement.

Si l'on négligeoit les fractions des racines, l'on auroit $\sqrt{1533,612} = 39$ & $\sqrt{1496,389} = 39$: alors le centre de gravité ſeroit à 0,04 pieds de hauteur, & les deux baſes ſeroient réduites à 1521 pieds de quadrature, qui s'éloigne peu

La tranche étant conſidérée comme cône tronqué, ſon centre de gravité eſt dans une droite menée du centre de gravité d'une des ſections à celui de l'autre; laquelle droite a une certaine inclinaiſon quand ces deux centres ne ſont pas dans une verticale : si le centre de gravité de la ſection ſupérieure eſt plus éloigné du plan où ſe rap-

---

de chacune des véritables : l'écart eſt de moins de 11 pieds pour la grande, & de 17 pieds pour la petite; ce qui eſt un peu plus ou un peu moins du centième des ſurfaces.

Mais ſi l'on veut dans le calcul une plus grande préciſion à laquelle on invite les élèves, au moins dans le travail d'exercice, il faut entrer dans une autre conſidération du cône, ou de la pyramide tronquée, qui nous donnera la poſition du centre de gravité immédiatement; c'eſt-à-dire, ſans cette ſouſtraction où la négligence indiſpenſable dans les fractions, altère le réſultat.

La pyramide quadrangulaire tronquée, à laquelle peut ſe réduire le cône tronqué, ſe décompoſe, 1°. *en un priſme élevé ſur la petite baſe, ayant pour hauteur celle du tronc; 2°. en deux priſmes dont les baſes ſont un triangle rectangle, auſſi de la hauteur du tronc, ayant pour ſa baſe particulière la différence du côté de la grande baſe à celui de la petite.* (*On voit qu'on ſuppoſe une pyramide tronquée dont une des arêtes eſt perpendiculaire à la baſe*) : *la hauteur de ces priſmes eſt le côté de la petite baſe; 3°. en une pyramide dont la baſe eſt le carré de la différence des côtés, & la hauteur, toujours celle du tronc.*

Ainſi, faiſant $S\,S$ = la grande baſe, $f\,f$ = la petite, h = la hauteur du tronc, $S - f = e$, on aura :

Pour la ſolidité du cône tronqué :

$$f^2 \times h + 2 \times f \times e \times \tfrac{1}{2} h + e^2 \times \tfrac{1}{3} h = h \times (f^2 + f e + \tfrac{1}{3} e^2).$$

Pour ſon moment, par rapport à la petite baſe :

$f^2 \times h \times \frac{1}{2} h + 2 \times f \times e \times \frac{1}{3} h \times \frac{1}{3} h + e^2 \times \frac{1}{3} h \times \frac{1}{4} h = h^2 \times (\frac{1}{2} \times f^2 + \frac{1}{3} \times f \times e + \frac{1}{12} \times e^2) = \frac{1}{12} h^2 (6 \times f^2 + 8 \times f \times e + 3 \times e^2)$;

Enfin pour la diſtance du centre de gravité :

$$\frac{\frac{1}{12} h^2 \times (6 \times f^2 + 8 \times f \times e + 3 \times e^2)}{\frac{1}{3} h \times (S^2 + S f + f^2)}.$$

Si l'on vouloit éliminer S & h^2, on auroit $\dfrac{\frac{1}{2} h (6 f^2 + 8 f e + 3 e^2)}{f^2 + f e + \frac{1}{3} e^2}$.

Suivant ces formules, la diſtance du centre de gravité du tronc du cône de 0,08 pieds de hauteur à ſa baſe, = 0,0401628 pieds.

portent les momens, ici du plan vertical-longitudinal, que celui de la ſection inférieure, la diſtance du centre de gravité de la tranche ſera moindre que celle du centre de gravité de la ſection ſupérieure, & réciproquement; & l'on voit que la quantité de cette ſouſtraction ou de cette addition ſe déterminera par cette proportion $h : d :: D : \frac{d \times D}{h}$, faiſant $h =$ la hauteur de la tranche; $d =$ la différence entre la diſtance du centre de gravité des deux ſections, & $D =$ la diſtance du centre de gravité de la tranche à la ſection ſupérieure ou la grande baſe du tronc du cône. Par exemple, la diſtance du centre de gravité de la première ſection eſt (p. 352, l. 11) de 5,30829; la diſtance pour la ſeconde ſection eſt (p. 352, l. 12) de 5,74702; $5{,}74702 - 5{,}30829 = 0{,}43873$: cette différence 0,43873 & la hauteur de la tranche égale 0,833, donneront pour la quantité cherchée :

$$\frac{0{,}43873}{0{,}833} D; \text{ or } D = h - \left(\frac{h^2 (S^4 - f^4)}{4\,C\,(S^2 - 2\,Sf + f^2)} - \frac{hf}{S - f} \right)$$

Pour cette première Tranche :

$h^2 = \overline{0{,}833}^2 = 0{,}693829$
$S^4 = \overline{318{,}258}^2$ (Tableau 13.) $= 101288{,}1$
$s^4 = \overline{263{,}049}^2$ (*Idem.*) $= 69194{,}8$
$S^2 = 318{,}258$ (*Idem.*)
$s^2 = 263{,}049$ (*Idem.*)
$S = 17{,}8398$
$s = 16{,}2188$
donc $Sf = 289{,}3397$ & $2\,Sf = 578{,}6794$

D'où $4\,C = 4 \times \frac{1}{3} h (SS + Sf + ff) = 4 \times \frac{1}{3} \times 0{,}833 \times (318{,}258 + 289{,}3397 + 263{,}049) = 966{,}99866$,

& $\frac{h^2 (S^4 - f^4)}{4C(S^2 - 2Sf + f^2)} - \frac{hf}{S-f} =$

$\frac{0,693889\ (101288,1 - 69194,8)}{966,9986\ (318,258 - 578,6794 + 263,049)} - \frac{0,833 \times 16,2188}{17,8398 - 16,2188} =$

$0,42983 = x$ distance de la petite base; par conséquent la distance à la grande base sera $0,833 - 0,42983 = 0,40317 = D$.

Par un calcul analogue on aura pour les autres tranches:

DISTANCES.

	A la petite base.	A la grande base.	Hauteur des tranches.
		D	
2.....	0,439	+ 0,394	= 0,833
3.....	0,45457	+ 0,37843	= 0,833
4.....	0,14693	+ 0,130736	= 0,277666
5.....	0,153248	+ 0,124418	= 0,277666

Pour en revenir à la première tranche, $D = 0,40317$, & $\frac{d}{h} D = \frac{0,43873}{0,833} D = \frac{0,43873}{0,833} \times 0,40317 = 0,212344$; & comme la distance du centre de gravité du plan supérieur est moindre, cette quantité sera à ajouter, & l'on aura $5,30829 + 0,212344 = 5,520634$.

Dans la tranche au-dessous, la distance du centre de gravité de la section supérieure est de 5,74702, celle pour la section inférieure de 5,73309; $5,74702 - 5,73309 = 0,01393$.

Nous aurons $\frac{0,01393}{0,833} \times 0,394 = 0,00658874$.

Ici la distance du centre de gravité de la section supérieure étant plus grande que celle de celui de la section inférieure, cette quantité 0,00658874 est à soustraire, &

l'on aura 5,74702 — 0,00658874 = 5,74043126 pour distance du centre de gravité de la seconde tranche au plan vertical-longitudinal.

Reprenons ce calcul, & continuons-le en en conservant les facteurs qui nous seront nécessaires pour la détermination du centre de gravité des tranches par rapport aux deux autres plans, c'est-à-dire, au lieu de $\frac{d \times D}{h}$, employons l'expression égale $\frac{D}{h} \times d$, faisant mémoire des logarithmes de $\frac{D}{h}$.

1re. TRANCHE.	5,30829	$+\left(\frac{0,40317}{0,833} = N\bar{1},6848432\right)$	
		× 0,43874	= 5,520634
2e.....	5,74702	$-\left(\frac{0,394}{0,833} = N\bar{1},6748512\right)$	
		× 0,01393	= 5,74043126
3e.....	5,73309	$-\left(\frac{0,37843}{0,833} = N\bar{1},6573406\right)$	
		× 0,06839	= 5,702021
4e.....	5,6647	$-\left(\frac{0,130736}{0,277666} = N\bar{1},6728725\right)$	
		× 0,066838	= 5,63323
5e.....	5,597862	$-\left(\frac{0,124418}{0,277666} = N\bar{1},6513605\right)$	
		× 0,102632	= 5,551874

Les quantités $N\bar{1},6848432$, $N\bar{1},6748512$, &c., sont à conserver pour facteurs dans les distances aux autres plans, comme nous le verrons bientôt.

2°. *Des distances du Centre de Gravité des Tranches à un Plan vertical-latitudinal passant par le huitième couple arrière.*

Pour avoir ces distances, il faut ajouter les momens des petites parties extrêmes à celui de la principale partie de chaque section d'eau, & diviser par la surface de cette section, y compris lesdites petites parties.

On voit (Tableau 14) que les principales parties de ces sections sont (le facteur 2,64 omis) : pour la première 115,19, la seconde 98,11, &c. ; les momens, suivant la méthode enseignée (Méc. 299), sont, pour la première, 2,64 × 899,025 ; pour la seconde, 2,64 × 782,54, &c., aussi le facteur 2,64 omis. Ce facteur ne peut plus se négliger maintenant que les surfaces des petites parties de l'arrière & de l'avant entrent dans le calcul ; ainsi il ne suffit pas, pour avoir la distance du centre de gravité de système des élémens générateurs de la principale partie de la section, de l'expression $\frac{2,64 \times 899,025}{115,19}$; mais nous avons besoin de celle $\frac{\overline{2,64}^2 \times 899,025}{2,64 \times 115,19}$ dont le moment & la surface, ou la masse, sont pour le présent $\overline{2,64}^2 \times 889,025 = 6265,8$, & $2,64 \times 115,19 = 304,1016$: ainsi des autres.

La petite partie de l'arrière de la section d'eau supérieure se décompose en deux triangles ; on voit (Tableau 13) que leur base commune est de 2,27 ; la hauteur de l'un 2,86, celle de l'autre 0,88 : la surface de ces triangles sera donc $3,2461 + 0,9988 = 4,2449$; la distance au 8 des centres de gravité déterminés (p. 350), prise par ouver-

ture du compas : du premier eſt de 0,63, du ſecond 1,33; ainſi leur moment ſera 2,045043 & 1,328404, & la diſtance du ſyſtème $\frac{2,045043 + 1,328404}{3,2461 + 0,9988} = \frac{3,373447}{4,2449} = 0,79471$; cette quantité doit être employée négativement, parce qu'elle eſt ſur l'arrière du 8, & on a $-0,79471 \times 4,2449 = -3,373447$.

La petite partie de l'avant de la ſection d'eau ſupérieure, ainſi que les autres de l'avant & l'arrière, appartenant aux ſections d'eau ſuivantes, peut être conſidérée comme parabolique, comme nous l'avons déjà dit.

Cette petite partie en avant du 6 avant, ayant 6,82 de baſe (toujours Tableau 13) & 2,18 de hauteur, aura de ſurface $\frac{2}{3} \times 6,82 \times 2,18 = 9,9117$, ſuivant ce que nous avons dit pour le calcul du déplacement.

La diſtance de ſon centre de gravité à ſa baſe ſera des deux cinquièmes de ſa hauteur 2,18; car (Méc. n°. 289) $G\,g$ (*fig.* 93) $= \frac{\int (b-x)\,y\,dx}{APM}$, lorſque $AC = b$, les abciſſes $AP = x$, les ordonnées $PM = y$: cela généralement pour les ſurfaces planes, terminées par une courbe.

Appliquant à la parabole, ou $yy = px$, on a $y = p^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}}$; mettant dans la formule cette valeur de y, on aura $Gg = \frac{\int (b-x)\,p^{\frac{1}{2}}\,x^{\frac{1}{2}}\,dx}{APM} = \frac{\int b\,p^{\frac{1}{2}}\,x^{\frac{1}{2}}\,dx - \int p^{\frac{1}{2}}\,x^{\frac{1}{2}}\,dx}{APM}$ intégrant (Méc. n°. 83.) $Gg = \frac{p^{\frac{1}{2}}}{APM} \times \left(\frac{2}{3}\,b\,x^{\frac{1}{2}} - \frac{2}{5}\,x^{\frac{1}{2}}\right)$. Si $x = b$ on a $\frac{p^{\frac{1}{2}}}{APM} \times \left(\frac{2}{3}\,b^{\frac{1}{2}} - \frac{2}{5}\,b^{\frac{1}{2}}\right) = \frac{p^{\frac{1}{2}}}{APM}\left(\frac{10}{15} - \frac{6}{15}\right) b^{\frac{1}{2}}$. Mais APM (Méc. n°. 95) $= \frac{2}{3}\,xy = \frac{2}{3}\,p^{\frac{1}{2}}\,x^{\frac{1}{2}}$; & ici, ou

$x = b$, $APM = \frac{2}{3} p^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}}$. Introduiſant cette valeur de APM dans l'équation, on a $Gg = \frac{3}{2} \times \frac{4}{15} \times b = \frac{12}{30} \times b = \frac{2}{5} b$ ou les deux cinquièmes de la hauteur. (Ceci eſt la démonſtration que nous avons annoncée, pag. 351, l. 15.)

Notre hauteur de parabole étant 2,18, on a $\frac{2}{5} \times 2,18 = 0,87$. Ainſi la diſtance de ſon centre de gravité au 6 avant ſera 0,87.

Mais, par rapport au 8 arrière, il ſe trouve 15 diſtances entre les couples, de 2,64 mètres chaque, y compris celle entre les deux maîtres : le moment de la petite partie avant de 9,9117 de ſurface, par rapport au 8 arrière, ſera donc $9,9117 \times (15 \times 2,64 + 0,87) = 9,9117 \times 40,47 = 401,13$.

En ſe conduiſant d'une manière analogue, on aura tous les termes de chaque ſection d'eau; il faut obſerver que la parabole de la petite partie arrière de la ſeconde ſection d'eau eſt, comme celle de la première, ſur l'arrière du 8, & que ſon moment par conſéquent doit être employé négativement; toutes les autres auront le ſigne poſitif; reſte à bien remarquer le couple auquel elles appartiennent, pour ajouter la quantité convenable de diſtance 2,64 entre les couples.

On aura donc pour ces ſix ſections d'eau; d'abord pour les deux premières :

SECTIONS.

1re. $\frac{-3,373447 + 6265,8 + 401,13}{4,2449 + 304,1016 + 9,9117} = \frac{6663,5565}{318,2582} = 20,937$

2e. $\frac{-0,31689 + 5454 + 125,37}{0,9106 + 259,0104 + 3,128} = \frac{5579,05311}{263,049} = 21,209.$

Dans

Dans ces deux sections la principale partie est bornée par le 8e couple arrière & le 6e avant; mais dans les autres sections lesdites principales parties ont leur terminaison de l'arrière plus sur l'avant, & celle de l'avant plus sur l'arrière. Dans la troisième, cette partie capitale est comprise entre le 7 arrière & le 5 avant; dans la quatrième, entre le 5 arrière & le 4 avant; dans la cinquième, entre le 4 & le 4; dans la sixième, entre le 2 & le 2. (Voyez Tableau 13.)

Il faut considérer que l'opération ne donne que la distance au couple de l'arrière qui la termine; par exemple, pour la troisième section, par analogie à ce que nous avons prescrit pour la première, on a une distance exprimée par $\frac{\overline{2,64}^2 \times 484,4}{2,64 \times 69,09}$; mais c'est la distance seulement au 7: la distance au 8 sera $\frac{\overline{2,64}^2 \times 484,4}{264 \times 69,09} + 2,64 = \frac{\overline{2,64}^2 \times (484,4 + 69,09)}{2,64 \times 69,09}$, & le moment $\overline{2,64}^2 \times (484,4 + 69,09) = \overline{2,64}^2 \times 553,49 = 3857,6$.

Pour la quatrième section, $\frac{\overline{2,64}^2 \times 212,8}{2,64 \times 40,33}$ est seulement la distance au 5; la distance au 8 doit être de $\frac{\overline{2,64}^2 \times 212,8}{2,64 \times 40,33} + 3 \times 2,64 = \frac{\overline{2,62}^2 \times (212,8 + 3 \times 40,33)}{2,64 \times 40,33}$, & le moment $\overline{2,64}^2 (212,8 + 3 \times 40,33) = \overline{2,64}^2 \times 334,39 = 2330,6$. Généralement, pour avoir le moment définitif, il faut multiplier le carré de la distance entre les couples par la somme des ordonnées préparées pour avoir la distance du centre de gravité (Voyez Tableau 14), & du produit des ordonnées préparées pour avoir la surface, mul-

tiplié par le nombre de distances entre le 8 & le couple qui termine cette surface de l'arrière.

Le moment à la cinquième section sera donc $= \overline{2,64}^2 \times (130,68 + 4 \times 29,31) = 1727,9$.

Le moment à la sixième sera $= 2,64^2\ (33,24 + 6 \times 13,49) = 795,79$.

D'après cette observation, nous pouvons continuer l'expression des distances au 8 arrière.

SECTIONS.

3. $\frac{0,45543\ (*) + 3857,6 + 242,41}{188,9752} = \frac{4100,46543}{188,9752} = 21,698$

4. $\frac{0,49936 + 2330,6 + 122,52}{110,0282} = \frac{2451,61936}{110,0282} = 22,299$

5. $\frac{2,1835 + 1727,9 + 3,7184}{77,6961} = \frac{1733,8019}{77,6961} = 22,315$

6. $\frac{4802 + 795,79 + 73,24}{41,2827} = \frac{917,05}{41,2827} = 22,214.$

(*) On remarquera que cette quantité 0,45543 provient de la surface de la petite partie arrière de la troisième section (Tableau 13), ayant pour base la projection du 7e. couple; laquelle surface a été multipliée par la distance entre le 8 & le 7, déduction faite des deux cinquièmes de la hauteur de la parabole déterminant son centre de gravité; c'est-à-dire, que l'on a eu

$$0,1813 \times (2,64 - \tfrac{2}{5} \times 0,32) = 0,45543.$$

A la quatrième section, la parabole ayant pour base la projection du cinquième couple, on a :

$$0,0635 \times (3 \times 2,64 - \tfrac{2}{5} \times 0,14) = 0,49936$$

à la cinquième (base couple 4):

$$0,2097 \times (4 \times 2,64 - \tfrac{2}{5} \times 0,37) = 2,1835$$

à la sixième (base couple 2):

$$3,2116 \times (6 \times 2,64 - \tfrac{2}{5} \times 2.22) = 4,802.$$

Quant aux paraboles de l'avant, il n'y a simplement à ajouter à la distance de leur centre de gravité au couple, auquel elles appartiennent, que celle de ce couple au 8 arrière.

Voilà, par rapport à un plan vertical-latitudinal, ſix diſtances de centre de gravité des ſections, à l'égard deſquelles il faut entrer dans la même conſidération que celle où nous nous ſommes arrêtés, par rapport aux ſix diſtances au plan vertical-longitudinal (pag. 352 & ſuiv.).

D'après cette conſidération, à laquelle nous renvoyons, les diſtances des cinq tranches ſeront :

TRANCHES.

1. $20{,}937 + (21{,}209 - 20{,}937) \times \left\{ \begin{matrix} N\,\bar{1},6848432 \\ = 0{,}4833976 \end{matrix} \right\} = 21{,}0686473$

2. $21{,}209 + (21{,}698 - 21{,}209) \times \left\{ \begin{matrix} N\,\bar{1},6748512 \\ = 0{,}4729891 \end{matrix} \right\} = 21{,}4381712$

3. $21{,}698 + (22{,}299 - 21{,}698) \times \left\{ \begin{matrix} N\,\bar{1},6173406 \\ = 0{,}4154299 \end{matrix} \right\} = 21{,}971033$

4. $22{,}299 + (22{,}315 - 22{,}299) \times \left\{ \begin{matrix} N\,\bar{1},6728725 \\ = 0{,}4708539 \end{matrix} \right\} = 22{,}3065343$

5. $22{,}315 - (22{,}315 - 22{,}214) \times \left\{ \begin{matrix} N\,\bar{1}.6513605 \\ = 0{,}4480851 \end{matrix} \right\} = 22{,}2697434.$

où l'on peut remarquer que les droites menées du centre de gravité d'une ſection à celui de l'autre dans chaque tranche, ayant leur inclinaiſon vers l'arrière, excepté dans la dernière, c'eſt-à-dire, le centre de gravité de la ſection ſupérieure étant moins éloigné du plan vertical que celui de la ſection inférieure, la petite quantité exprimée dans le ſecond membre eſt à ajouter; elle eſt à ſouſtraire pour la cinquième tranche.

3°. *Des diſtances de Centre de Gravité des Tranches à la ſection d'eau ſupérieure.*

Pour la détermination du centre de gravité des tranches par rapport aux plans verticaux longitudinal & latitudinal, c'eſt la différence des diſtances de ceux des ſections ſupé-

rieures & inférieures que l'on partage dans le rapport de la hauteur de la tranche à la diſtance de ſon centre de gravité à la ſupérieure. Quant à la détermination de ce centre de gravité par rapport à un plan horizontal, par exemple à la ſection d'eau ſupérieure, elle a été portée (page 356) à cauſe du beſoin qu'on en avoit dès-lors; il faudra ajouter à la quantité trouvée, pour la ſeconde tranche, une hauteur de tranche; pour la troiſième, deux hauteurs; pour la quatrième, trois hauteurs; pour la cinquième, il n'y aura à ajouter que trois hauteurs & un tiers; pour le petit fond, que trois hauteurs deux tiers. Ainſi nous aurons pour les diſtances de centre de gravité de tranche à la ſection d'eau ſupérieure :

Première Tranche.....			0,40317
2. dito....	0,833 + 0,394	=	1,227
3. dito.	2, × 0,833 + 0,37843	=	2,04443
4. dito.	3 × 0,833 + 0,130736	=	2,629736
5. dito.	$\frac{10}{3}$ × 0,833 + 0,124418	=	2,901084
Petit fond.	$\frac{14}{5}$ × 0,833	=	3,0737

Il n'échappera pas que c'eſt parce que les deux tranches inférieures, ainſi que le fond, n'ont qu'un tiers de la hauteur de chacune des trois tranches ſupérieures, qu'on prend ſeulement trois hauteurs un tiers ou $\frac{10}{3}$ × 0,833, pour l'ajouter à la hauteur du centre de gravité de la cinquième tranche à ſa ſection ſupérieure.

On voit que la diſtance de celui de la quatrième a auſſi été calculée ſur ce tiers de hauteur.

Quant au centre de gravité du petit fond, le conſidérant comme paraboloïde, il eſt à un tiers de la cinquième

ſection d'eau, conſidérée comme baſe du paraboloïde; car (Méc. 298) l'expreſſion de la diſtance du centre de gravité à la baſe, pour les ſolides de révolution, eſt généralement $\frac{c\,y^2\,(b-x)\,dx}{2\,r}$ faiſant $c =$ la circonférence du cercle; $r =$ ſon rayon; $S =$ la ſolidité du paraboloïde; $b =$ la diſtance du ſommet à la baſe; $x =$ les abſciſſes à partir du ſommet, & $y =$ les ordonnées de la courbe génératrice. Mettant dans l'expreſſion du numérateur $p\,x = y\,y$, & la développant, on aura $\frac{c\,p}{2\,r} \times \int (b\,x\,dx - x^2\,dx)$; intégrant, on aura $\frac{c\,p}{2\,r} \times \left(\frac{b\,x^2}{2} - \frac{x^3}{3}\right)$; x devenant $= b$, on aura $\frac{c\,p}{2\,r} \times \left(\frac{b^3}{2} - \frac{b^3}{3}\right) = \frac{1}{12} \times \frac{c\,p}{2\,r}\,x\,dx$.

Pour avoir S, prenons l'expreſſion de la ſolidité du ſolide de révolution (Méc. n°. 102) $\frac{c\,y^2\,dx}{2\,r}$; y introduiſant la valeur de $y\,y = p\,x$, on aura $\frac{c\,p}{2\,r}\,x\,dx$; intégrant $\frac{c\,p}{2\,r} \times \frac{x^2}{2}$; faiſant $x = b$, on a $\frac{1}{4} \times \frac{c\,p}{r}\,b^2 = S$; donc

$$\frac{\int c\,y^2\,(b-x)\,dx}{\frac{2\,r}{S}} = \frac{\frac{1}{12} \times \frac{c\,p}{r}\,b^3}{\frac{1}{4} \times \frac{c\,p}{r}\,b^2} = \frac{1}{3}\,b.$$

Cette diſtance étant d'un tiers de la hauteur du paraboloïde $= \frac{1}{9} \times 0{,}833$, doit être ajoutée à la hauteur des deux petites tranches, immédiatement au-deſſus, enſemble $= \frac{2}{3} \times 0{,}833$, & à la hauteur des trois tranches ſupérieures enſemble $= 3 \times 0{,}833$; on aura par conſéquent pour cette diſtance $(3 + \frac{2}{3} + \frac{1}{9}) \times 0{,}833 = \frac{34}{9} \times 0{,}833$.

Avec les distances du centre de gravité des tranches aux trois plans perpendiculaires entre eux & leur solidité particulière, on aura les momens; on sait ce qu'il faut faire alors pour avoir la position du centre de gravité de système, & c'est ce que nous allons exécuter.

Nous observons que le calcul de déplacement (Tableau 13), comprenant les trois tranches supérieures ensemble & les deux inférieures de même, nous avons besoin ici de le faire par tranches; pour cela, il faut multiplier la somme des sections supérieures, inférieures & moyennes de chaque tranche par le tiers de la hauteur de la tranche, ainsi :

TRANCHES.
1. 870,65 × $\frac{1}{3}$ × 0,833 = 241,75
2. 674,99 × $\frac{1}{3}$ × 0,833 = 187,42
3. 443,21 × $\frac{1}{3}$ × 0,833 = 123,06
4. 280,19 × $\frac{1}{9}$ × 0,833 = 25,932
5. 175,61 × $\frac{1}{9}$ × 0,833 = 16,254

Petit fond..... 5,731

(*) 600,147

Calculons maintenant le moment des tranches pour en conclure la position du centre de gravité de la partie submergée :

(*) Ces multiplications en détail donnent une petite différence dans la fraction : elle est seulement de 0,004, & par conséquent négligeable.

SOLIDITÉ DES TRANCHES.	DISTANCES AUX PLANS.	MOMENS par rapport au plan vertical-longitudinal.	MOMENS par rapport au plan vertical-latitudinal.	MOMENS par rapport au plan de flottaiſon.
241,750 ×	5,520634	1334,612		
	21,0686473	.....	5093,334	
	0,40317	.....	.....	97,466
187,420 ×	5,74043126	1075,870		
	21,43781712	.....	4017,950	
	1,227	.....	.....	229,964
123,060 ×	5,7020211	701,690		
	21,971033	.....	2703,751	
	2,04443	.....	.....	251,588
25,932 ×	5,63323	146,081		
	22,2065343	.....	578,452	
	2,629736	.....	.....	68,194
16,254 ×	5,551874	90,240		
	22,2697434	.....	361,972	
	2,901084	.....	.....	47,154
5,731 ×	5,49523	31,493		
	22,214	.....	127,308	
	3,0737	.....	.....	17,615
600,147		3379,986	12882,767	711,981
I / 600,147 ×	3379,986 =	5,631936		
	12882,767 =	21,46624		
	711 981 =	1,1863445		

4°. *Concluſion.*

Ainsi le calcul donne pour la partie ſubmergée, un poids repréſenté par 600,147 m^t., & pour la diſtance de ſon centre de gravité:

Au plan vertical-longitudinal..... 5,631936
Au plan vertical latitudinal..... 21,46624
Au plan horizontal..... 1,1863445

$$600{,}147 \text{ m}^{\text{t}}. \times \frac{29.174}{28} = 625{,}3103 \text{ tonneaux.}$$

Mais le déplacement du bâtiment avant ſon inclinaiſon n'eſt que de 624,6855 tonneaux (comme nous le verrons dans le paragraphe ſuivant); ainſi la flottaiſon ſupérieure a été placée un peu trop haut, & donne par-là un excédent de déplacement de $625{,}3103 - 624{,}6855 = 0{,}6248$; il faut le réduire d'autant. Comme c'eſt une quantité fort petite, nous nous contenterons de baiſſer la flottaiſon de manière à avoir la très-mince tranche contenant ladite quantité : nous la conſidérerons comme un priſme droit ayant la flottaiſon pour baſe.

Cette flottaiſon ſupérieure a de ſurface (Tableau 13) 318,2582 m^{t}. Le priſme d'un mètre de hauteur, élevé ſur cette baſe, auroit 318,2582 m^{t}., ou, multipliant par $\frac{29.174}{28}$, 331,60244 tonneaux.

331,60244 : 1 m^{t}. :: 0,6245 t^{x} : 0,0018833 m^{t}.

Ainſi la flottaiſon ſupérieure devra être baiſſée de 0,0018833 m^{t}.

Cette nouvelle poſition changera un peu celle du centre de gravité. Pour en connoître la nouvelle diſtance, prenant pour celle de la tranche 0,6248 retranchée, celle 5,30829 (p. 352, l. 11) du centre de gravité du plan de flottaiſon ſupérieure, vu ſa très-petite épaiſſeur; appelant x, celle cherchée du nouveau déplacement 624,6855, on aura

aura pour distance au plan vertical-longitudinal

$624{,}6855 \times x + 0{,}6248 \times 5{,}30829 = 625{,}3103 \times 5{,}631936$

d'où $x = \frac{625{,}3103 \times 5{,}631936 - 0{,}6248 \times 5{,}30829}{624{,}6855} = 5{,}632403.$

La distance x' au plan vertical-latitudinal sera

$x' = \frac{625{,}3103 \times 21{,}466 - 0{,}6248 \times (20{,}937 \text{ (p. 360, l. 26)})}{624{,}6855} =$

$21{,}5156.$

III.

Calcul du Déplacement, ou Poids du Bâtiment droit, & de son Centre de Gravité de système.

. . . . .

Nous prenons d'abord les résultats de celui qui a été fait dans la deuxième section, à l'occasion de la recherche de l'assiette, où l'on trouve :

Pour le poids du bâtiment (p. 323, l. 14), 589,876 ou 590 tonneaux.

Pour la distance de son centre de gravité de système :

Au trait du dessous de la quille (p. 324, l. 13), 4,4644 m.

Au plan du 8 arrière (p. 325, l. 1), 20,713 *id.*

Ce ne sont que les poids & centre de gravité de coque; il faut les procurer pour le système de la coque & des bas mâts, leurs manœuvres, chaînes de haubans, hunes.

A l'égard de ces dernières parties, on les trouve, suivant ce qui a été enseigné dans les chapitres IV & V de la première section de cette quatrième partie, comme il suit :

	POIDS EN LIVRES.		Distances des Centres de Gravité au dessous de la Quille.	MOMENS.
Grand Mât cerclé...	8902			
Manœuvres.....	7926	20390	38 pi.	774820
Chaînes de Haubans.	3562			
Mât de Misaine....	7658			
Manœuvres.....	5627	16341	37,5	612787
Chaînes de Haubans.	3056			
Beaupré.....	4909	5761	29	167069
Manœuvres.....	852			
Mât d'Artimon.....	2430			
Manœuvres.....	1398	4869	31	150939
Chaînes de Haubans.	1041			
		47361		1705615

ou 23,6855 tonneaux.

$\frac{1705615}{47361} = 36$ pi. : centre de gravité de système des bas mâts & accessoires.

	POIDS.	DISTANCES.	MOMENS.
Grande Hune.....	5 tx.	78	390
Hune de Misaine.....	4	73	292
Hune d'Artimon.....	2	66	132
	11 (*)		814
Systèmes des Mâts.....	23,6855	36	852,678
	34,6855		1666,678

$\frac{1666,678}{34,6855} = 48,051$ pi. ou 48 pi. 7 l. ou 15,609 mt.

(*) La grande hune ne pèse pas 4 tonneaux ; celle de misaine n'en pèse qu'environ 3 : il faut y supposer quelques greslins ou autres poids pour faciliter l'abatage.

Mâts & Hunes.....	34,6855	15,6090	541,406
Coque	590	4,4644	2633,996
	(*) 624,6855		3175,402

$\frac{3175,402}{624,6855} = 5,07998$ mètres : distance du centre de gravité du bâtiment au-dessous de sa quille, dans sa situation actuelle où il pèse 624,6855.

Il faut pareillement avoir son centre de gravité par rapport à un plan vertical-latitudinal, par exemple celui passant par le 8 arrière.

Distances au 8 arrière.	Du Mât d'Artimon.....	7,608 mt.
	Du grand Mât	18,48
	Du Mât de Misaine.....	37,989
	Du centre de gravité de Beaupré.	47,726

Réduction en Tonneaux des poids de Mâts ajoutés aux Hunes.

	Du grand Mât.	Du Mât de Misaine.	Du Beaupré.	D'Artimon.
	20390 liv.	16341 liv.	5761 liv.	4869 liv.
	10,195 t.	8,1705 t.	2,8805 t.	2,4345 t.
Hunes...	5	4		2
	15,195	12,1705	2,8805	4,4345

(*) C'est à ce poids que nous renvoyons dans l'observation (page 368) d'après laquelle nous avons été obligés de baisser la flottaison en carène.

Calculons les momens, & concluons-en le centre de gravité cherché.

Grand Mât.....	15,1950	18,480	280,800
Mât de Miſaine.	12,1705	37,989	462,330
Mât d'Artimon..	4,4345	7,608	33,776
Beaupré.....	2,8805	46,725	134,59
Coque.....	590,0000	20,713	12221,00
	624,6855		13132,458

$\frac{13132,458}{624,6855} = 21,022$ mètres : diſtance du centre de gravité du bâtiment au 8 arrière dans ſon état actuel où il pèſe 624,6855.

IV.

Calcul de l'équilibre de ce poids & de celui qu'il faut ajouter pour l'inclinaiſon, avec la pouſſée réſidant dans le centre de gravité de la partie ſubmergée pendant cette inclinaiſon.

L'effort de la peſanteur du bâtiment gît dans ſon centre de gravité de ſyſtème c (*fig.* 105), diſtant du deſſous de la quille de $c\,Q = 5,07998$ (p. 371, l. 4), donnant pour la diſtance horizontale lors de ſon inclinaiſon $c'\,Q = 4,6762$ (ſinus de l'angle 67 degrés, 5,07998 en étant le rayon). Cette diſtance eſt en même temps celle au plan vertical-longitudinal, par la poſition que l'on a donnée à ſa projection $A\,B$. Pl. XXXI.

Il eſt ſollicité par l'effort de la preſſion ou de la pouſſée du fluide giſſant dans le centre de gravité du déplacement (le bâtiment incliné), à ſe redreſſer tournant ſur ſon

centre de gravité de ſyſtème c; cet effort ou le centre de gravité de déplacement étant à une diſtance de 5,632 (p. 369, l. 3) du plan vertical-longitudinal, par conſéquent ne paſſant pas par ce centre de gravité, & étant du côté de l'inclinaiſon; mais il eſt maintenu dans cette poſition inclinée par des cayornes frappées à la tête des mâts majeurs, & crochetées ſur des pontons de carène.

Comme ces pontons, par leur immerſion, forment un poids réel, diſtribués aux têtes des deux mâts majeurs, ils augmentent d'autant la charge du bâtiment; ſon déplacement ſera donc augmenté d'une tranche équivalente à ce poids; & comme la hauteur en ſera petite, cette tranche pourra être conſidérée comme un priſme droit, élevé ſur la ſection d'eau ſupérieure, & aura, aux plans verticaux, la même diſtance de centre de gravité que la ſection; ſavoir, 5,30829 (p. 352, l. 10), 20,937 (p. 360, l. 26).

Etabliſſons les données que nous avons pour la ſolution de la queſtion, où nous ne conſidérons que des forces verticales, & par conſéquent des diſtances horizontales aux plans verticaux.

Suppoſant le bâtiment tourner ſur ſon centre de gravité de ſyſtème c, nous y faiſons paſſer les axes des momens.

Les diſtances à l'axe horizontal longitudinal $L\,l$ (*fig.* 106) ſeront donc : pour le centre de gravité de déplacement de la partie ſubmergée, $c\,g = (5{,}632 - 4{,}676)$ (ci-deſſus & p. 372) $= 0{,}956 =$ généralement e.

Pour le centre de gravité de la tranche à y ajouter $c\,K = (5{,}308 - 4{,}676)$ (voyez ci-deſſus) $= 0{,}632 = e'$.

Faiſant le déplacement & en même temps le poids propre du bâtiment 624,6855 tonn. ou 599,547 mètres

cubes $= D$, & la flottaiſon 318,2582 mètres carrés (Tableau 13) $= f$; la hauteur cherchée de la tranche à ajouter $= h$; on aura le moment de l'effort tendant à redreſſer le bâtiment $D \times e + f h e'$.

Voyons celui qui doit le contenir dans ſa ſituation inclinée, toujours par rapport à l'axe horizontal $L l$: nous ſavons qu'il eſt à tête de mâts.

	Grand Mât.	Mât de Miſaine.
Longueur	84 pi.	78 pi.
du pied au-deſſous de la quille	3	4
	87	82
Tonn	9 ½	9
	77 ½	73
ou bien	25,175 mt.	23,714 mt.
à déduire la diſtance du centre de gravité de	5,07998 (pi. 16,372)	5,07998
Diſtances au courant de la mâture	20,09502	18,63402
Diſtances horizontales, ou ſinus de 67°, ces quantités priſes pour rayon	18,498 $= M$	17,153 $= m$.

Il doit être réparti à ces deux mâts un poids $= f h$; & comme cette répartition eſt auſſi à chercher, nous appellerons $f h'$ le poids au mât de miſaine; par conſéquent $f h - f h'$, celui au grand mât; & pour qu'il y ait équilibre latéralement, il faudra avoir $D e + f h e' = (f h - f h') M + f h' m$.

Les distances à l'axe horizontal-latitudinal $c\,C'$ supposé aussi passer par le centre de gravité de système, seront :

Pour le centre de gravité de la partie submergée : $Cg =$ 21,5156 — 21,022 (p. 369, l. 6; p. 372, l. 9) = 0,4936 $= e$.

Pour le centre de gravité de la tranche à ajouter : $K\,c' =$ 20,937 — 21,022 (p. 360, l. 26; p. 372, l. 9) = — 0,085 = $-e'$.

Quant à la distance des poids à la tête des mâts, elle est la même que celle de leur emplacement.

	Grand Mât.	Mât de Misaine.
Distances au 8 arrière (p. 371, l. 12.).....	18,48 (p. 371, l. 13)	37,989
à déduire la distance du centre de gravité de système (p. 372, l. 9).....	21,022	21,022
Distance au centre de gravité de système $c\,L =$ $-L =$ —	2,542 ;	$c\,l = l =$ 16,967

L'équilibre longitudinalement & par rapport à un plan vertical-latitudinal où gît l'axe horizontal $c\,C'$, sera donc

$$D\,e - f\,h\,e' = f\,h'\,l - (f\,h - f\,h')\,L\,;$$

faisant $D = d\,f$, & divisant les deux équations par f, on aura :

Équilibre latéral : $d\,e + h'\,(M - m) = h\,(M - e')$, ou $h' = \frac{M - e'}{M - m}\,h - \frac{d\,e}{M - m} =$ (comme on le verra ayant la valeur de h) 0,06094 ; d'où $f\,h' =$ 0,06094 × 318,2582 = 19,39466.

Equilibre longitudinal : $d\,s + h\,L - h\,s' = h'\,L + h'\,l$.

En y introduisant la valeur de h', on aura :

$d\,s + h\,L - h\,s' = \frac{M-e'}{M-m}\,Lh - \frac{d\,e}{M-m}\,L + \frac{M-e'}{M-m}\,lh - \frac{d\,e}{M-m} \times l$; ou $h \times \left(\mp L \pm s' \pm \frac{M-e'}{M-m}\,L \pm \frac{M-e'}{M-m}\,l\right) = \pm d\,s \pm \frac{d\,e}{M-m}\,L \pm \frac{d\,e}{M-m}\,l$; ou enfin $h = \frac{d\,s + \frac{d\,e\,L}{M-m} + \frac{d\,e\,l}{M-m}}{s' - L + \frac{M-e'}{M-m}\,L + \frac{M-e'}{M-m}\,l} = 0{,}1054128$, & $f\,h = 0{,}1954128 \times 318{,}2582 = 33{,}5485$.

Maintenant $h' = \frac{M-e'}{M-m} \times 0{,}1054128 - \frac{d\,e}{M-m} = 0{,}06094$, comme nous l'avons noté d'avance, & $f\,h' = 0{,}06094 \times 318{,}2582 = 19{,}39466$; d'où $f\,h - f\,h' = 33{,}5485 - 19{,}39466 = 14{,}15384$.

Les équations d'équilibre latéral & longitudinal deviendront donc :

Equilibre latéral.

$(D\,e)$ $599{,}547 \times 0{,}956203 + (f\,h\,e')$ $33{,}5485 \times 0{,}63209 = 594{,}49 = (f\,(h - h')\,M)$ $14{,}15384 \times 18{,}498 + (f\,h'\,m)$ $19{,}39465 \times 17{,}153 = 594{,}49$.

Equilibre longitudinal.

$(D\,s)$ $599{,}547 \times 0{,}4936 - (f\,h\,s')$ $33{,}5485 \times 0{,}085 = 293{,}08 = (f\,h'\,l)$ $19{,}39466 \times 16{,}967 - ((f\,h - f\,h')\,L)$ $14{,}15384 \times 2{,}542 = 293{,}08$.

Pour compléter l'idée de cet équilibre, remarquons que l'on peut réduire les poids à la tête des mâts, en un seul gissant dans le centre de gravité de système μ de ces deux

deux poids (*fig.* 106); que l'on peut réduire auſſi les efforts de la pouſſée verticale du fluide giſſant: d'une part, dans le centre de gravité C du déplacement pour le poids du bâtiment; de l'autre, dans celui c' du déplacement de la tranche pour le poids à tête de mâts; que l'on peut réduire ces deux efforts, dis-je, en un ſeul giſſant au point x, centre de gravité de ſyſtème de ces deux efforts.

Alors on a un levier du ſecond genre où c eſt le point d'appui, x une force verticale de bas en haut, à balancer par la force verticale de haut en bas μ; par conſéquent, les points c, x, μ, déterminent une droite, hypothénuſe du triangle $c\,\mu\,\mu'$ ſemblable à celui $c\,x\,b$; d'où on aura la valeur de $x\,b$, qui, étant d'ailleurs donnée par les élémens de l'équilibre ſelon les grands & petits axes, offrira par ſon égalité une dernière vérification de la ſolution du problème.

Pour avoir de cette manière la valeur de $x\,b$, il faut ſe procurer:

1°. L'hypothénuſe $M\,m$ par cette équation

$$\sqrt{(L\,l)\,19{,}509^2+(ML-m\,l)^2\,1{,}345^2}=(M\,m)\,19{,}5553.$$

2°. Le centre de gravité de ſyſtème μ du poids à tête de mâts par cette proportion:

$(f\,h)\ 33{,}5485 : (M\,m)\ 19{,}5553 :: (f\,h')\ 19{,}39466 :$
$(M\,\mu)\ \frac{19{,}5553}{33{,}5485}\times 19{,}39466 = 11{,}30508.$

3°. Le côté $\mu\,\mu'$ du triangle rectangle $\mu\,\mu'\,c$ d'abord par cette proportion:

$(M\,m)\ 19{,}5553 : (M\,\mu)\ 11{,}305{,}08 :: (L\,l)\ 19{,}509 :$
$(M'\,\mu)\ \frac{11{,}30508}{19{,}5553}\times 1{,}9509 = 11{,}27831.$

Enſuite par cette équation :

$(M'\mu)$ 11,27831 $-(M'\mu')$ ou $(c\,L)$ 2,542 $=(\mu\mu')$ 8,73631.

4°. Le côté $\mu'\,c$ du même triangle : d'abord par cette proportion :

$(L\,l)$ 19,509 : $(M\,L - m\,l)$ 1,345 : : $(M'\,\mu)$ 11,27831 : $(M\,M')\ \frac{1,345}{19,509} \times 11,27831 = 0,777556$.

Enſuite par cette équation :

$(M\,L)$ 18,498 $-$ $(M\,M')$ 0,777556 $= M'\,L$ ou $(\mu'\,c)$ 17,72044.

5°. Le côté $c\,b$ du triangle rectangle $c\,b\,x$: pour cela il faudra d'abord déterminer b par cette proportion :

(D) 599,547 $+$ $(f\,h)$ 33,5485 : $(f\,h)$ 33,5485 : : $(e - e')$ ou $(g\,K)$ 0,956203 $-$ 0,63209 : $(g\,b)$ 0,01717514.

Enſuite vous aurez $c\,b$ par cette équation :]

(e) ou $(c\,g)$ 0,956203 $-$ $(g\,b)$ 0,01717514 $=$ $(c\,b)$ 0,93902786.

6°. Reſte à faire la proportion :

$(\mu'\,c)$ 17,72044 : $(\mu\,\mu')$ 8,73631 : : $(c\,b)$ 0,93902786 : $(x\,b)$ 0,462948.

Or déterminant x ou B par rapport à l'axe latitudinal par cette proportion :

(D) 599,547 $+$ $(f\,h)$ 33,5485 : $(f\,h)$ 33,5485 : : (Cg) ou (ϵ) 0,4936 $+$ $(K\,c')$ ou (ϵ') 0,085 : $A\,C$ ou $(a\,x)$ 0,0306607.

Nous n'avons plus qu'à faire cette équation :

$((Cg)$ ou (ϵ) 0,4936 $-$ $(A\,c)$ ou $(a\,x)$ 0,0306607$) =$ 0,4629393.

On voit que les deux quantités 0,462948 & 0,4629393 ſont égales juſques & compris les dix millièmes.

NOTES.

(*a*) [Page 271.] DEPUIS la compoſition de ce Chapitre, on a trouvé que le centre de gravité de ſyſtème du canon & de ſon affût, étoit aſſez exactement dans le deſſus de l'affût. La diſtance du centre de gravité de l'affût à la plate-forme a été reconnue par calcul ſur un deſſin, aux $\frac{63547}{145000}$ de la hauteur de l'affût, & par expérience ſur un modèle, aux $\frac{12}{26} = \frac{66923}{145000}$ de cette même hauteur. Prenant le moyen à-peu près $\frac{64444}{145000} = \frac{12}{27} = \frac{4}{9}$, on a un rapport facile à employer & ſatisfaiſant.

Conſidérant enſuite que l'axe du canon eſt au $\frac{1}{7}$ du diamètre du tourillon ou du calibre de la pièce, plus haut que le deſſus de l'affût, & faiſant le calcul, on trouvera ſenſiblement, comme il vient d'être dit, le centre de gravité de ſyſtème dans la partie ſupérieure de l'affût : plutôt plus haut que plus bas..... peut-être de $\frac{1}{90}$.

(*b*) [Page 272.] Prenant $\frac{80}{200} = \frac{2}{5}$, la négligence ſeulement d'un 200e. donne un rapport plus commode.

(*c*) [Page 276.] Quant à la diſtance du centre de gravité à un plan vertical-latitudinal, par exemple à un faux 8 arrière, il faut conſidérer que cette diſtance pour une batterie, à l'égard du plan vertical paſſant par l'axe des canons de l'arrière, eſt à la moitié de la ſomme des diſtances entre les canons d'axe à axe : par exemple, pour un vaiſſeau de 74, ayant 14 canons de 36 par bord, il y a 13 diſtances de 10 pieds 4 pouces; qu'il y ait de l'axe des canons de l'arrière au faux 8, un intervalle de 10 pieds, on aura pour diſtance du centre de gravité de la batterie, 10 pieds $+ \frac{1}{2} \times 13 \times 10$ pieds 4 pouces $= 77,166$ pieds.

La diſtance pour la ſeconde batterie, en échiquier, eſt la même.

On peut eſtimer auſſi la même diſtance pour la batterie des gaillards, parce que, s'il n'y a que trois canons de l'avant contre cinq de l'arrière, ceux de l'arrière ſont vers le milieu; en ſorte que la diſtance du centre de gravité d'une batterie de vaiſſeau de 74, dont le premier canon ſeroit à 10 pieds du faux 8, ſe trouveroit à 77,166 pieds du plan de ce faux couple.

(*d*) [Page 277.] Ce n'eſt que 71.367 livres, d'après l'expérience de M. Duhamel : c'eſt par erreur que j'ai porté 71,375 dans ma traduction de Chapman, page 177. On ſent qu'elle ne peut avoir une influence ſenſible ſur notre calcul.

(*) [Page 295.] Quoique l'on n'ait beſoin pour la ſolution du préſent problème que de la hauteur du centre de gravité, cependant on a donné, d'abondant, des renſeignemens pour s'en procurer la diſtance à un plan vertical-latitudinal, par exemple à un faux 8 arrière, & à tous les articles dont je préſente ici le réſultat, excepté pour le leſt & la charge.

La charge, & quelquefois une partie du leſt, ſont diviſées en tranches, terminées chaque par des ſections horizontales, dont on recherche le centre de gravité à l'ordinaire, par rapport à un plan vertical-latitudinal de l'arrière. Ces centres de gravité conduiſent à la détermination de celui des tranches; car, ſoit qu'on les conſidère comme des trapèzes, eſtimant les ſections des quantités linéaires, ce qui n'eſt permis que lorſqu'elles diffèrent peu en longueur; ſoit qu'on les conſidère comme des troncs de cônes, ainſi qu'on l'a fait dans la troiſième Section de cette quatrième Partie, ce qui eſt plus exact, le centre de gravité pour chaque tranche eſt dans la droite menée de celui d'une des baſes à celui de l'autre; on en a eu la diſtance verticale à la baſe inférieure: ainſi il eſt déterminé de poſition par cette opération, car ſouſtrayez la diſtance de la baſe ſupérieure de celle de la baſe inférieure; conſidérez cette différence comme la baſe d'un triangle rectangle, dont l'hypothénuſe eſt la droite menée d'un centre de gravité de ſection à l'autre; le troiſième côté eſt la hauteur de la tranche; cette hauteur, priſe pour premier terme d'une proportion, dont le ſecond ſera la baſe du triangle, & le troiſième la hauteur du centre de gravité de tranche, toujours par rapport à la baſe inférieure, donnera pour quatrième terme une quantité à ſouſtraire de la diſtance du centre de gravité de cette même baſe, pour avoir celle du centre de gravité de tranche.

Le fond eſt conique ou paraboloïdal, ou tient de l'un & de l'autre; on en peut eſtimer le centre de gravité à la même diſtance que celui de ſa baſe (la ſection inférieure), ſi le leſt de pierre & de fer ſont répartis uniformément: mais ſi l'on reconnoiſſoit qu'il fallût placer tout le leſt de fer ſur l'arrière pour n'être pas obligé de mettre le bâtiment dans un état de trop grande ſouffrance par du leſt volant, alors il faudroit conſidérer ce petit fond comme formé de deux portions de cône ou paraboloïde oppoſées, d'une baſe commune, qui ſeroit une ſection verticale-latitudinale vers les maîtres, de la hauteur du petit fond; on en détermineroit la poſition d'après la quantité & la peſanteur ſpécifiques, reſpectives, de ces deux ſortes de leſt, & on en rechercheroit le centre de gravité ſuivant les principes. Avec quelques ſecours du Gouvernement, nous pourrons donner, par appendice, dans un grand détail, cette ſorte de calcul; mais il eſt d'une exécution typographique trop délicate pour être propoſé à l'entrepriſe.

TABLE

Du Tome II du Traité Élémentaire de la Conſtruction des Bâtimens de Mer.

Pages

Préface..... j
Diviſion de l'Ouvrage..... 1

PREMIÈRE PARTIE.

Des Procédés préalables du Conſtructeur..... 3

PREMIÈRE SECTION.

Des Plans de Vaiſſeau..... ibid.

CHAPITRE I.

Des Plans verticaux, tant longitudinal que latitudinal. ibid.

CHAPITRE II.

Des autres Plans ou Sections de Vaiſſeau 5
I. *Des Liſſes dans des Plans*..... ibid.
II. *Des Liſſes ou Projections d'autres Lignes à double courbure*..... 7
III. *Des Plans de Flottaiſon ou Lignes d'eau*..... ibid.

SECONDE SECTION.

Des Devis..... 9

CHAPITRE I.

Des Devis de Conſtruction..... ibid.

CHAPITRE II.

Pages
Explication du précédent Devis..... 18

TROISIÈME SECTION.

Du Tracé des Plans & Epures..... 33

CHAPITRE I.

Du Tracé à la Salle des Gabarits..... 34
I. *Du Tracé du Maître-Couple*..... 36
II. *Du Tracé de l'Etrave*..... 39
III. *Préparation au Tracé des Liſſes*..... 41
IV. *Du Tracé ſur le vertical-latitudinal de la Projection des Liſſes, particulièrement de celles qui giſſent dans des Plans*..... 42
V. *De la détermination des Points d'interſection du gabariage des Couples, ou des Sections verticales-latitudinales, avec la Projection des Liſſes ſur le vertical-latitudinal : leſquels points en donneront le tracé*..... 43
PREMIER CAS; *ſuivant l'obliquité des Liſſes*..... 44
SECOND CAS; *pour les Liſſes à double courbure*.... 45
TROISIÈME CAS; *ouvertures priſes au carré, quoique ſur des Projections en ligne droite*..... 46
QUATRIÈME CAS; *détermination particulière pour les Rabattues*..... 47
VI. *Du Tracé de l'Etambot, de la Liſſe d'Hourdi & de la projection horizontale de l'Eſtain*..... 49
1°. *De l'Etambot*..... ibid.
2°. *De la Liſſe d'Hourdi*..... ibid.
3°. *De la projection horizontale de l'Eſtain*..... 51

Pages
VII. *Du Tracé des Liſſes*..... 52
1°. *Des Liſſes au vrai ſuivant leur obliquité*..... ibid.
2°. *Des Liſſes au carré, ou ſeulement de leur Projection ſur un Plan horizontal*..... 60
VIII. *Du Tracé de l'Eſtain d'exécution*..... 61

CHAPITRE II.

Des Gabarits..... 62

QUATRIÈME SECTION.

Du Devis de Charpentage..... 63

SECONDE PARTIE.

Du travail, de l'aſſemblage & des liaiſons de toutes les parties du Vaiſſeau..... 69

PREMIÈRE SECTION.

Des procédés pour monter le Vaiſſeau en bois tors... ibid.

CHAPITRE I.

De la Quille avec ſa fauſſe Quille & contre-Quille, de l'Etrave avec ſa contre-Etrave, du Brion..... 70
I. *De la Quille & de ſes écarts, de la contre-Quille, du Brion, de la fauſſe Quille*..... ibid.
II. *De l'Etrave & de la contre-Etrave*..... 71

CHAPITRE II.

Du travail des Couples, particulièrement de ceux de Levées..... 76
I. *De la manière de travailler les pièces qui compoſent le Couple*..... ibid.

Pages
PREMIER CAS ; *pour le travail ſur le Droit*..... 77
SECOND CAS ; *pour le travail ſur le Tour*..... .. 80
II. *De l'aſſemblage des Couples de Levée*..... 88

CHAPITRE III.

Du travail de l'Arcaſſe..... 94
I. *Des Opérations grafiques, néceſſaires pour régler les pièces qui les compoſent, à cauſe de leur grande courbure*..... ibid.
II. *Devis pour le tracé des Barres*..... 105
III. *Explication de ce Devis*..... 106
IV. *Du travail de Charpenterie des Barres & Eſtains*. 109
V. *De l'aſſemblage de l'Arcaſſe*..... 113
VI. *Du travail particulier de la Barre d'Arcaſſe & des* Contre-Cornières..... 118
VII. *Du Chevillage particulier du ſyſtème de l'Arcaſſe*..... 124
VIII. *De quelqu'uſage particulier de gabarier les Barres*..... 125
IX. *D'une conſtruction particulière d'Arcaſſe*..... 126
Devis d'une Frégate de 26 canons de 12..... 128
1°. *De la Liſſe d'Hourdi*..... 135
2°. *Des Jambettes latérales de Voûte*..... 139

CHAPITRE IV.

Du travail du Boiſage..... 143
I. *Du travail des Allonges d'Ecubiers & Apôtres, ou du Boiſage en avant du Coltis*..... ibid.
II. *Du travail du Boiſage entre les Couples de Lévée*. 152
III. *Du travail*

Pages

III. *Du travail du Boiſage entre le 7 Arrière & l'Arcaſſé*..... 156
IV. *De quelques particularités délicates dans le travail des Jambettes*..... 159

SECONDE SECTION.

Du Serrage & Vaigrage, de l'établiſſement des Baux; en général, des Ponts..... 160

CHAPITRE I.

I. *Des Serres & Vaigres*..... 161
II. *Du Tracé & des dimenſions des Serres & Vaigres*. 162
III. *Du travail des Serres & Vaigres, & particulièrement des Pièces de tour*..... 167

CHAPITRE II.

Travail particulier des Serres bauquières, Fourrures de Gouttières, Hiloires, ainſi que des Baux & de leur miſe en place..... 172
I. *Des Ecarts, des Serres des Baux, & de leurs Entailles*..... 174
II. *Du Bouge des Baux*..... ibid.
III. *De la longueur des Baux & de l'équerrage de leurs extrémités*..... 175
IV. *Du travail des queues d'Hirondes, des Baux ou de leurs Serres, & de leur miſe en place*..... ibid.
V. *Procédé ſimple & Obſervations concernant les fourrures de Gouttières, Gouttières & Hiloires*..... 177

CHAPITRE III.

De quelques méthodes pour régulariſer les Etambrais des Mâts majeurs & la poſition du Beaupré..... 178

Pages

I. *Du travail exact des Octogones : Etambrais des Mâts majeurs* 179
II. *De l'établissement du Beaupré dans sa fourche, le pied dans ses flasques*..... ibid.

TROISIÈME SECTION.

Du travail des Bordages extérieurs, & particulièrement des Pièces de tour..... 182

TROISIÈME PARTIE.

Détails particuliers & moyens de vérification relativement à la mise en place des parties intégrantes du Vaisseau 190

CHAPITRE I.

De la vérification de la position de l'Etrave.... .. ibid.

CHAPITRE II.

De la distribution des Couples sur l'œuvre..... 192

CHAPITRE III.

Du Perpignage du Maître-Couple, réglant la position des autres..... 193

CHAPITRE IV.

Du Lissage en cabrions & Pièces de tour..... 196
I. *Du Gabariage des Lisses de tour*..... 198
II. *De l'Equerrage des Lisses de tour*..... ibid.
III. *Du Dévirage des Lisses de tour*..... 199

CHAPITRE V.

Du Balancement..... 201

Pages
I. *Du Balancement des Fonds*..... 202
II. *De la miſe en place des Planches d'ouvertures*... ibid.
III *De l'Echafaudage*..... 203
IV. *Du Balancement de l'enſemble des Couples*..... ibid.

CHAPITRE VI.

De la vérification de la poſition de l'Etambot, de l'Arcaſſe & des Pièces de Charpente au-deſſous des Barres, du Chevillage après la miſe en place..... 204
I. *De la vérification de la Quête de l'Etambot*..... 205
II. *Du Balancement de l'Arcaſſe*..... ibid.
III. *Du Perpignage de l'Arcaſſe*..... 206
IV. *De la Courbe au-deſſous des Barres ou de la Courbe d'Etambot*..... ibid.
V. *Du Chevillage après la miſe en place*..... 207

CHAPITRE VII.

De la miſe à bord des Baux..... 208

QUATRIÈME PARTIE.

Complément d'applications de l'Hydroſtatique aux Calculs qui intéreſſent la ſtabilité ou l'équilibre des Bâtimens de Mer dans différentes circonſtances..... 209

PREMIÈRE SECTION.

De la recherche de la ſtabilité d'un Bâtiment de Mer armé en guerre, comprenant celle de ſon Centre de Gravité de ſyſtème, pour avoir le moment de ſa diſtance au Métacentre multiplié par ſon poids : expreſſion de cette ſtabilité; & de l'uſage qu'on en peut tirer..... 211

CHAPITRE I.

Pages
Du Poids & du Centre de Gravité de Coque..... 212
I. *Du Poids & du Centre de Gravité de Carcaſſe*..... ibid.
II. *Du Poids & du Centre de Gravité des Ponts*..... 229

CHAPITRE II.

Du Poids & du Centre de Gravité des objets contenus dans la Cale..... 246
I. *Des Plans de l'Intérieur*..... 253
II. *De l'Echelle de Capacité*..... 261
III. *De l'uſage de l'Echelle de Capacité*..... 263
1°. *A l'égard du Leſt de Fer*..... ibid.
2°. *Du Leſt de Pierre*... 265
3°. *Du Chargement*..... 266
IV. *Détermination du Centre de Gravité du Leſt & du Chargement, relativement à la ligne d'eau en charge*. 267
1°. *Recherche du Moment du Leſt de Fer*..... ibid.
2°. *Recherche du Moment du Leſt de Pierre*..... 268
3°. *Recherche du Moment de la Charge*..... 269

CHAPITRE III.

Du Poids & du Centre de Gravité de l'Artillerie.... 271

CHAPITRE IV.

Du Poids & du Centre de Gravité des Mâts & Vergues & acceſſoires, comme Voiles, Gréement, Chaînes de Haubans..... 276
I. *Du Poids & du Centre de Gravité des Mâts*..... ibid.
1°. *Du Poids des Mâts*..... ibid.
2°. *Du Poids des Cercles de Mâts & de ce qu'il réſulte de cette addition aux Mâts majeurs*..... 277

Pages
3°. *Du Centre de Gravité des Mâts*..... 278
4°. *Exemple de Calculs pour la détermination du Poids du Mât cerclé & de ſon Centre de Gravité*..... 279
II. *Du Poids des Vergues*..... 280
III. *Du Centre de Gravité de ſyſtème de la Mâture, Gréement qui lui appartient, & de la Voilure*..... ibid.

CHAPITRE V.

Du Poids & du Centre de Gravité des Hunes, Barres & acceſſoires..... 286

CHAPITRE VI.

Du Poids & du Centre de Gravité des Cables, Manœuvres de rechange, de combats, &c..... 291

CHAPITRE VII.

Du Poids & du Centre de Gravité du Doublage en cuivre..... ibid.

CHAPITRE VIII.

Du Poids & du Centre de Gravité des Ancres..... ibid.

CHAPITRE IX.

Du Poids & du Centre de Gravité des Chaloupes & Canots..... 292

CHAPITRE X.

Du Poids & du Centre de Gravité de l'Equipage... 294

CHAPITRE XI.

Du Poids & du Centre de Gravité du Baſtingage..... 295

CHAPITRE XII.

Du Poids & du Centre de Gravité du Bois d'Arrimage. ibid.

CHAPITRE XIII.

Pages

Réſultat des Calculs des Poids, Centre de Gravité, & Momens, par rapport au deſſous de la Quille, & Concluſion pour l'expreſſion de la Stabilité..... 295

CHAPITRE XIV.

Uſage de l'Expreſſion de la Stabilité..... 299

DEUXIÈME SECTION.

Rechercher l'aſſiette que prendra un Bâtiment de Mer à ſa miſe à l'eau, c'eſt-à-dire, ſes tirans d'eau de l'Arrière & de l'Avant..... 318

TROISIÈME SECTION.

Rechercher l'équilibre d'un Bâtiment de Mer abattu en carène, c'eſt-à-dire, les Poids à la tête des Mâts, repréſentés par l'émerſion des Pontons, pour le maintenir dans une inclinaiſon donnée, la Quille ſuffiſamment éventée & horizontalement..... 345

I. *Calcul du Déplacement de la partie ſubmergée*.... 346

II. *Calcul du Centre de Gravité de la partie ſubmergée.* 349

1°. *Des diſtances du Centre de Gravité des Tranches au Plan vertical-longitudinal*..... ibid.

2°. *Des diſtances du Centre de Gravité des Tranches à un Plan vertical-latitudinal, paſſant par le 8e. Couple arrière*..... 358

3°. *Des diſtances du Centre de Gravité des Tranches à la Section d'Eau ſupérieure*..... 363

4°. *Concluſion*..... 367

Pages

III. *Calcul du Déplacement ou Poids du Bâtiment droit, & de ſon Centre de Gravité de ſyſtème*..... 369

IV. *Calcul de l'équilibre de ce Poids & de celui qu'il faut ajouter pour l'inclinaiſon, avec la pouſſée réſidant dans le Centre de Gravité de la Partie ſubmergée pendant cette inclinaiſon*..... 372

Fin de la Table du Tome II.

TABLEAU I.

ETAT de l'Echantillon de la Membrure & de l'Epaiſſeur des Bordages, tant extérieurs qu'intérieurs, du Bâtiment ſur lequel on s'exerce.

LISSES.	ÉPAISSEUR DU VAIGRE.	ÉCHANTILLON DE LA MEMBRURE.		ÉPAISSEUR DU BORDAGE.
		Sur le Tour.	Sur le Droit.	
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
Au talon dont la hauteur eſt de 0,487 mètres...	0,075	0,406	0,298	0,075
Fauſſe-Liſſe.....	0,075	0,298	0,298	0,075
1.....	0,075	0,271	0,271	0,075
2.....	0,075	0,264	0,264	0,075
3.....	0,095	0,258	0,258	0,095
4.....	0,122	0,251	0,251	0,122
5.....	0,163	0,231	0,231	0,163
6.....	0,163	0,217	0,217	0,163
7.....	0,068	0,189	0,217	0,068
8.....	0,054	0,163	0,217	0,054
9.....	0,054	0,122	0,217	0,054

5 7,76 6,316 1,23 8,24 10,135
6 7,40 6,216 1,16 8,37 9,709
7 7,82 7,038 1,18 8,72 10,290
121 889 18,09 153,405

168 = 9,17768
168 = 69,2329

18,09 × 0,406 = 8,97264
153,405 × 0,496 = 76,0889

TABLEAU 2.

CALCUL pour parvenir à la quadrature du plan de Section des Pans de Charpente, & à ... sur les Liſſes, des Axes deſdits Pans de Charpente.

	Fausse Lisse.		Ire. Lisse.		IIe. Lisse.		IIIe. Lisse.		IVe. Lisse.		Ve. Lisse.	
	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.
Diſtance conſtante entre les Couples		2,640		2,640		2,640		2,640		2,640		2,640
Épaiſſeur de la Membrure ſur le Droit.	0,298		0,271		0,264		0,258		0,251		0,251	
× 8 pour les quatre Couples		2,384		2,168		2,112		2,064		2,008		1,848
Largeur des quatre mailles		0,256		0,472		0,528		0,576		0,632		0,792
× L'épaiſſeur ſur le Tour, pour avoir le plan de Section de la Maille.	0,298 =	0,076	0,271 =	0,127	0,264 =	0,139	0,258 =	0,149	0,251 =	0,159	0,251 =	0,189
Plan de la Section du Pan de Charpente, calculé ci-après, réduit ſuivant la Section de la Maille.		1,107		0,844		0,954		1,034		1,148		1,281
Calcul de la Section du Pan de Charpente.												
Épaiſſeur du Vaigre	0,075		0,075		0,075		0,095		0,122		0,163	
Epaiſſeur du couple ſur le Tour	0,298		0,271		0,264		0,258		0,251		0,231	
Epaiſſeur du Bordage	0,075		0,075		0,075		0,095		0,122		0,163	
	0,448		0,421		0,614		0,448		0,495		0,557	
× 2,64 mètres, diſtance entre les Couples		1,183		1,114		1,093		1,183		1,307		1,470
Moitié de l'épaiſſeur de Charpente.	0,224		0,2105		0,207		0,224		0,247		0,278	
A déduire l'épaiſſeur du Bordage.	0,075		0,0710		0,075		0,095		0,122		0,163	
Quantité de la rentrée des points extrêmes des axes des Pans de Charpente	0,149		0,1355		0,132		0,129		0,125		0,115	
A employer.	0,140		0,126		0,123		0,120		0,116		0,106	

COUPLES.		ÈME LISSE, a de quadrature 1,034. ISTANCE U-DESSOUS LA QUILLE.	MOMENS.	QUATRIÈME LISSE, Où la Section a de quadrature 1,148. LONGUEUR DES AXES.	DISTANCE AU-DESSOUS DE LA QUILLE.	MOMENS.
Arrière.	8	4,80	3,264	1,33	5,20	6,916
	7	3,75	3,525	1,25	4,32	5,388
	6	3,19	3,397	1,23	3,86	4,748
	5	2,81	3,289	1,24	3,51	4 352
	4	2,51	3,150	I 26	3,25	4.095
	3	2,27	2,985	1,27	3,05	3,873
	2	2,10	2,856	1,29	2,91	3,754
	1	2,00	2,760	1,285	2,84	3,649
	maître.	1,93	2,683	1,280	2,80	3,584
Avant.	maître.	1,92	2,688	1,280	2,77	3,546
	1	1,97	2,738	1,28	2,82	3,610
	2	2,07	2,836	1,25	2,90	3,615
	3	2,21	2,895	1,21	3,01	3,642
	4	2,43	2,965	1,17	3,19	3,732
	5	2,735	3,091	1,10	3,455	3,801
	6	3,19	3,206	1,92	3,87	3,560
	7 f.c.	4,11	3,288	0,60	4,69	2,814
			51,616	20,245		68,689
		,034 = 20,8661		20,245 × 1,148 = 23,24127		
		,034 = 53,371		68,689 × 1,148 = 78,855		

		ÈME LISSE, a de quadrature 0,568.		NEUVIÈME LISSE, Où la Section a de quadrature 0,496.		
Arrière.	8					
	7	7,90	8,532	1,41	9,06	12,771
	6	7,70	8,239	1,41	8,87	12,507
	5	7,53	7,831	1,40	8,67	12,138
	4	7,40	7,548	1,41	8,56	12,070
	3	7,31	7,310	1,37	8,43	11,549
	2	7,26	7,750	1,30	8 35	10 855
	1	7 22	7,509	1,26	8.31	10,387
	m ître.	7,20	7 848	1,24	8 30	10,292
	maître.	7,20	7,848	1,24	8,30	10,292
Avant.	1	7,20	6,480			
	2	7,20	6,480			
	3	7,20	6,480			
	4	7,20	6,408	1,25	8,19	10,238
	5	7,21	6,06 6	1,24	8,20	10,168
	6	7,26	6,316	1,23	8 24	10,135
	7	7,40	6,216	1,16	8 37	9,709
		7,82	7,038	1,18	8,72	10,290
			121 889	18,09		153,405
		,568 = 9,17768		18,09 × 0,496 = 8,97264		
		,568 = 69,2329		153,405 × 0,496 = 76,0889		

TABLEAU 4.

RÉCAPITULATION de la solidité des Entre-Lisses & de leur Centre de Gravité procurant ceux de Carcasse.

ENTRE-LISSES.	MOMENS.
18,19500	17,6067
12,72337	19,2411
18,78900	39,0549
20,86610	53,5710
23,24127	78,8550
32,40930	143,8500
20,79840	116,1083
10,35310	67,6850
9,37768	69,2329
8,97264	76,0889
Mètres cubes 175,72586 pour la moitié.	681,0938

$\frac{681,0938}{175,72586} = 3,87589$ au-dessous de la quille.

Quille 0,379

3,49689 au-dessus de la quille.

TABLEAU 5.

RELEVÉ des Axes de Pan de Charpente par Entre-Lisses, & de leur distance au 8 arrière, la distance commune considérée comme l'unité, pour mener à la détermination du Centre de Gravité par rapport à la longueur.

ENTRE-LISSES.	COUPLES ARRIÈRE.								COUPLES AVANT.							
	Huitième.	Septième.	Sixième.	Cinquième.	Quatrièm.	Troisiém.	Deuxièm.	Premier.	Maître.	Premier.	Deuxièm.	Troisiém.	Quatrièm.	Cinquième.	Sixième.	Septième.
Quille.....	0,00	1,05	0,96	0,93	0,96	1,00	1,05	1,10	1,135	1,13	1,12	1,08	1,04	0,97	0,91	0,91	0,00
Fausse-Lisse...	0,37	1,885	0,80	0,78	0,79	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,81	0,81	0,78	0,77	0,75	0,78	0,49
Première.....	1,40	1,10	1,08	1,11	1,135	1,16	1,20	1,23	1,25	1,26	1,23	1,18	1,16	1,12	1,06	1,01	1,01
Deuxième....	0,68	0,94	1,065	1,17	1,255	1,315	1,36	1,38	1,39	1,40	1,39	1,37	1,31	1,22	1,13	1,005	0,80
Troisième....	1,33	1,25	1,23	1,24	1,26	1,27	1,29	1,285	1,28	1,28	1,28	1,25	1,21	1,17	1,10	0,92	0,60
Quatrième....	1,53	1,41	1,44	1,47	1,52	1,56	1,61	1,63	1,63	1,61	1,60	1,57	1,55	1,53	1,48	1,33	0,83
Cinquième....	1,00	0,95	0,97	0,95	0,96	0,97	0,97	1,96	0,98	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00	1,03	1,09
Sixième.....	0,71	0,80	0,80	0,85	0,88	0,89	0,90	0,90	0,90	1,01	1,00	0,99	0,99	0,97	0,91	0,85	0,72
Septième.....	1,08	1,07	1,04	1,02	1,00	1,04	1,04	1,09	1,09	0,90	0,90	0,90	0,89	0,84	0,87	0,84	0,90
Huitième.....	1,41	1,41	1,40	1,41	1,37	1,30	1,25	1,24	1,24	0,00	0,00	0,00	1,25	1,24	1,23	1,16	1,18
	9,51	10,865	10,785	10,93	11,13	11,315	11,49	11,635	11,725	10,42	10,33	10,15	11,16	10,82	10,44	9,835	7,62
	×0,00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		10,865	21,570	32,79	44,52	56,575	68,94	81,445	93,800	93,78	103,30	111,65	133,92	140,66	146,16	147,525	121,92

TABLEAU 6.

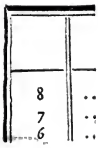
Relevé des Axes de Pan de Charpente par Entre-Liſſes, & de leurs Momens par rapport au 8 arrière, pris dans le Tableau V, déterminant le Centre de Gravité de Carcaſſe dans ce ſens.

AXES.
9,51
10,865
10,785
10,93
11,13
11,315
11,49
11,635
11,725
10,42
10,33
10,15
11,16
10,82
10,44
9,835
7,62
180,16

MOMENS.
0,000
10,865
21,570
32,790
44,52
56,575
68,94
81,445
93,800
93,78
103,30
111,65
133,92
140,66
146,16
147,525
121,92
1409,42

$2,64 \times \frac{1409,42}{180,16} = 20,65314$ mètres.

RELEVÉS.		Sections supérieures	Sommes des sections ou colonnes deux à deux.		Logarithmes des Sommes et des Facteurs constans.	Solidité par tranche.
			Septième..... 2,592	20,039 =	1,3018760	
Faux couple	8	0.	Sixième..... 17,447			
				C =	0,3139237	
	7	3.		N	1,6157997 =	41,285
	6	4.	Sixième..... 17,447	56,254 =	1,7501534	
Arrière.	5	5.	Cinquième... 38,807			
				C =	0,3139237	
	4	5.		N	2,0640771 =	115,900
	3	5.	Cinquième... 38,807			
	2	5.	Quatrième ... 53,729	92,536 =	1,9663107	
	1	5.		C =	0,3139237	
	Maître.	5.		N	2,2802344 =	191,53
	Maître.	5.	Quatrième.... 53,729			
	1	5.	Troisième.... 64,632	118,361 =	2,0732050	
	2	5.		C =	0,3139237	
Avant.	3	5.		N	2,3871287 =	243,85
	4	5.	Troisième.... 64.632			592,565
	5	4,5 en	Deuxième.... 73,313	137,945 =	2,1396902	
	6	3,5 mes.		C =	0,3139237	
Faux couple	7	1,5		N	2,4536139 =	248,190
		81,1	Deuxième.... 73,313			
Demi-extrêmes...		1,1	Première..... 79,498	153,261 =	2,1854288	
		79,9		C =	0,3139237	
				N	2,4993525 =	315,760
						1192,515



$$\frac{\qquad}{143,795}$$

$$\frac{199\,208}{143,795} \times 0.789 \text{ (Diſtance entre les Sections)} = 1,0391.$$

sans différence.

SECTION, DU TABLEAU 7.		QUATRIÈME SECTION, OU SIXIÈME DU TABLEAU 7.				
=	0,27	0,162	×	$\frac{1}{6}$	=	0,27
.....	0,51	0,32	.....	1	.....	0,32
.....	1,90	0,47	.....	2	.....	0,94
.....	4,53	0,67	.....	3	.....	2,01
.....	8,56	0,90	.....	4	.....	2,70
.....	14,275	1,18	.....	5	.....	5 90
.....	20,670	1,43	.....	6	.....	8,70
.....	26,95	1,71	.....	7	.....	11,97
.....	32,16	1,87	.....	8	.....	14 96
.....	36,36	1,87	.....	9	.....	16,83
.....	38,70	1,78	.....	10	.....	17,80
.....	38,50	1,585	.....	11	.....	17,435
.....	36,84	1,35	.....	12	.....	16,20
.....	31,005	1,04	.....	13	.....	13,52
.....	23,10	0,72	.....	14	.....	10,08
.....	12,75	0,37	.....	15	.....	5,55
) — 4 =	1,269	0,162 × $\frac{(3 \times 17) - 4}{6}$			=	1,269
	328,349	17.447				146 454

R LA DISTANCE DU CENTRE DE GRAVITÉ A LA FLOTTAISON SUPÉRIEURE-LÈGE.

Or ORDONNEES OU SECTION D'EAU.

Facteur omis.

64,632	×	$\frac{1}{2}$	=	10.772
53.729	.....	1	.....	53,729
38.807	.....	2	.....	77,614
17.447	.....	3	.....	52.341
2,592	× $\frac{(3 \times 5) - 4}{6}$		=	4.752
177,207				199,208

traire :

(64,632
2,592) = 33 612

143.795

$\frac{199\,208}{143.795}$ × 0,789 (Distance entre les Sections) = 1,0391.

TABLEAU IO.

CALCUL des Onglets supposés.

ORDONNÉES LONGITUDINALES. ARRIÈRE.	
ORDONNÉES.	CARRÉS.
0,000	00,000
8,995	80,910
11,785	138,880
13,555	183,740
13,555	183,740
16,835	283,420
16,835	283,420
16,835	283,420
19,015	361,570
19,015	361,570
19,015	361,570
21,465	460,750
21,465	460,750
	3443,740
Moitié des extrêmes..	230,375
	3213,365

Log. 3213,365 = 3,5069648

$\frac{0,3 \times 29,174 \times 0,441833, \&c.}{28 \times 21,465} = \overline{3},8124009$

20,462 = 1,3193657

20,462 pour l'autre côté.

41,724

ORDONNÉES LONGITUDINALES. AVANT.	
ORDONNÉES.	CARRÉS.
0,000	00,000
9,415	88,642
12,095	146,290
13,985	195,580
13,985	195,580
17,365	301,540
17,365	301,540
17,365	301,540
19,465	378,890
19,465	378,890
19,465	378,890
21,465	460,750
21,465	460,750
	3588,882
Moitié des extrêmes..	230,375
	3358,507

Log. 3358,507 = 3,5261454

$\frac{0,3 \times 29,174 \times 0,445833, \&c.}{28 \times 21,465} = \overline{3},8124009$

21,805 = 1,3385463

21,805 pour l'autre côté.

43,610

41,724

1,886 excédent de l'onglet de l'avant sur celui de l'arrière.

TABLEAU II.

Calcul des Onglets au vrai.

ARRIÈRE.				AVANT.		
ORDONNÉES.	CARRÉS.	CUBES.		ORDONNÉES.	CARRÉS.	CUBES.
0,000	00,000	000,00		0,000	00,000	000,00
9,185	84,364	773,62		9,225	85,101	783,78
11,975	143,400	1709,37		11,905	141,730	1689,4
13,745	188,930	2593,94		13,795	190,030	2622,36
13,745	188,930	2593,94		13,795	190,030	2622,36
17,025	289,850	4939,06		17,175	294,150	5070,72
17,025	289,850	4939,06		17,175	294,150	5070,72
17,025	289,850	4939,06		17,175	294,150	5070,72
19,205	368,830	7077,89		19,275	371,520	7155,58
19,205	368,830	7077,89		19,275	371,520	7155,58
19,205	368,830	7077,89		19,275	371,520	7155,58
21,655	468,940	10161,91		21,275	452,620	9636,40
21,655	468,940	10161,91		21,275	452,620	9636,40
	3519,544	64055,54			3509,141	63669,61
Moitié des extrêm.	234,470	5080,95	.....		226,310	4818,20
(*) $\int y^1\,dx =$	3285,074	58974,59	$= \int y^1\,dx$	$\int z^2\,dx =$	3282,831	58851,41	$= \int z^1$

(*) Facteur 0,44583 omis.

On a employé dans les calculs pages 334, 335 & 336, pour les valeurs de $\int yy\,dx$, $\int y^1\,dx$; $\int zz\,dx$, $\int z^1\,dx$, quantités 3285,074 ... 58974,59 ... 3282,831 ... 58851,41, où est omis cependant le facteur 0,44583, parce que facteur est compris dans les coefficiens composés de constantes.

S O N.

rapport au 8 Arrière.

ANCES.	MOMENS.
$\frac{1}{6}$ =	0,14
1	2,87
2	8,50
3	15,42
4	22,88
5	30,40
6	37,80
7	44,87
8	51,04
9	56,88
0	61,20
1	64,24
2	62,64
$\frac{8}{1}$	25,52

$$2,64 \times \left(\frac{484,40}{69,09} + 1\right)$$

) N.

$\frac{1}{6}$ =	0,36
1	2,78
2	6,10
3	8,82
4	10,68
$\frac{14}{6}$	4,50

$$2,64 \times \left(\frac{33,24}{13,49} + 6\right)$$

$\frac{2,00}{3,34 \times \frac{1}{2}} = 1,6$ 13,49 73,537

40,3

ORDONNÉES.	CARRÉ
0,000	00,0
9,185	84,3
11,975	143,4
13,745	188,9
13,745	188,9
17,025	289,8
17,025	289,8
17,025	289,8
19,205	368,8
19,205	368,8
19,205	368,8
21,655	468,9
21,655	468,9
	3519,5
Moitié des extrêm.	234,4
(*) $\int y^2\,dx =$	3285,0

(*) Facteur 0,44583 ...
On a employé dans les ...
quantités 3285,074 ... 5...
facteur eſt compris dans l...

TROISIÈME FLOTTAISON.

Couples.	Projections aux couples.	Par rapport à Q X. Distances.	Par rapport à Q X. Momens.	Par rapport au 8 Arrière. Distances.	Par rapport au 8 Arrière. Momens.
8					
7					
6	..... 0,85 ×	7,05 =	 5,9925	× $\frac{1}{2}$ =	0,'4
5	 2,87	6,64	 19,057	1	2,87
4	 4,25	6,20	 26,350	2	8,50
3	 5,14	5,84	 30,018	3	15,42
2	 5,72	5,69	 32,547	4	22,88
1	 6,08	5,56	 33,805	5	30,40
Maître.	 6,30	5,48	 34,524	6	37,80
Maître.	 6,41	5,45	 34,934	7	44,87
1	 6,38	5,44	 34,707	8	51,04
2	 6,32	5,48	 34,634	9	56,88
3	 6,12	5,54	 33,905	10	61,20
4	 5,84	5,66	 33,054	11	64,24
5	 5,22	5,92	 30,902	12	62,64
6	 4,03	6,31	 25,429	$\frac{12}{6}$	25,52
7					
	71,53		409,8585		
A	0,85		5,992	2,64 ×	$\left(\frac{484,40}{69,09}+1\right)$
N	4,03		25,429		
	4,88 × $\frac{1}{2}$ = 2,44		31,421 × $\frac{1}{2}$ = 15,710		
	69,09		394,148		

SIXIÈME FLOTTAISON.

5					
4					
3					
2					
1	..... 2,17 ×	5,60 =	..... 12,152 ×	$\frac{1}{2}$ =	0,36
Maître.	 2,78	5,45	 15,151	1	2,78
Maître.	 3,05	5,39	 16,440	2	6,10
1	 2,94	5,40	 15,876	3	8,82
2	 2,67	5,45	 14,551	4	10,68
3	 1,93	5,64	 10,885	$\frac{12}{6}$	4,50
4					
	15,54		85,055		
	2,17		12,152	2,64 ×	$\left(\frac{33,24}{13,49}+6\right)$
	1,93		10,885		
	4,10 × $\frac{1}{2}$ = 2,05		23,037 × $\frac{1}{2}$ = 11,518		
	13,49		73,537		

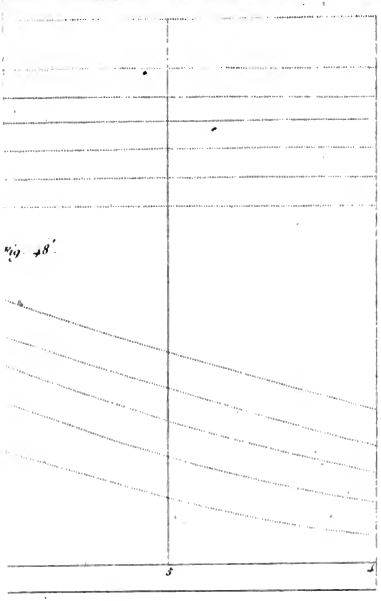
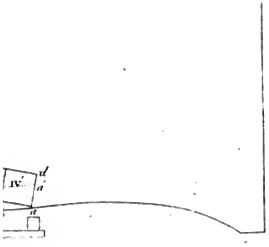


Fig. 48.



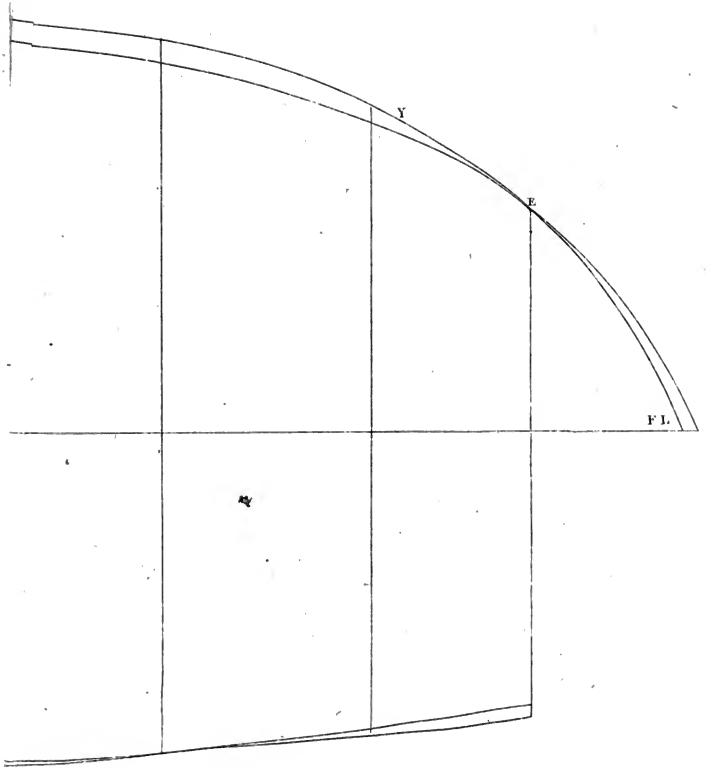

Y
E
F I.

Fig. 6i.

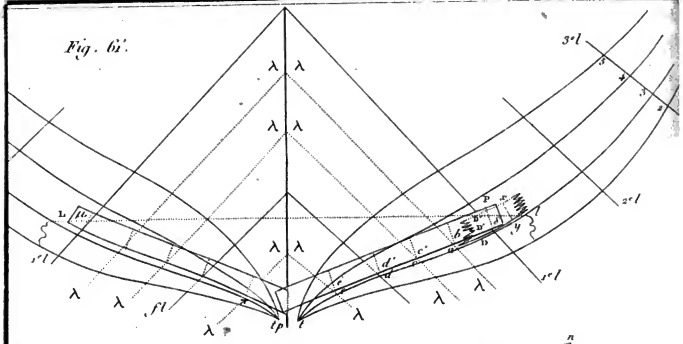
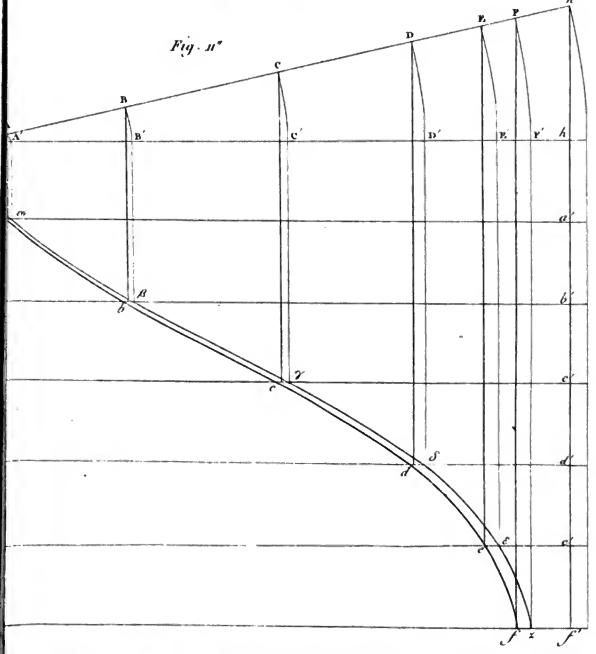
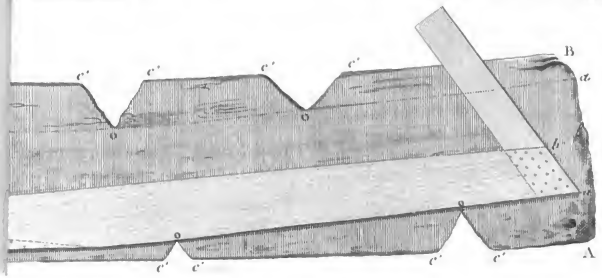


Fig. 11.





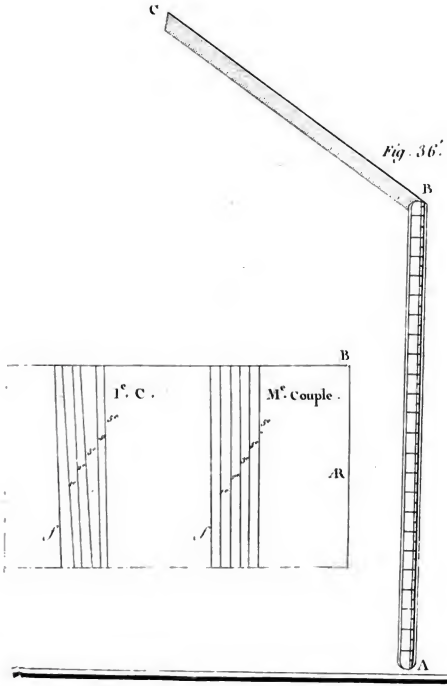


Fig. 36.

Fig. 35.

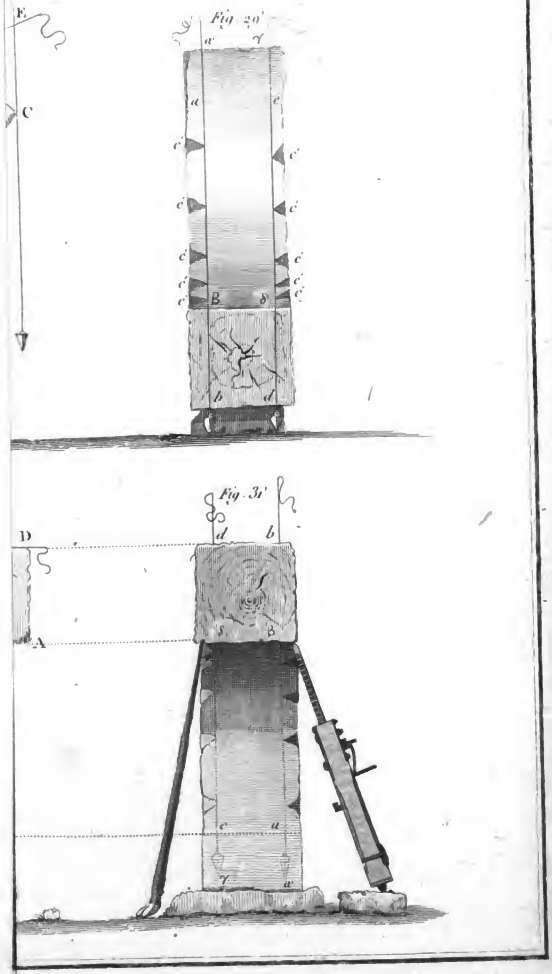


Fig. 29.
E
C
a
e
c
B
δ
b
d
Fig. 31.
D
A
d
b
f
δ
B
c
a
γ
a

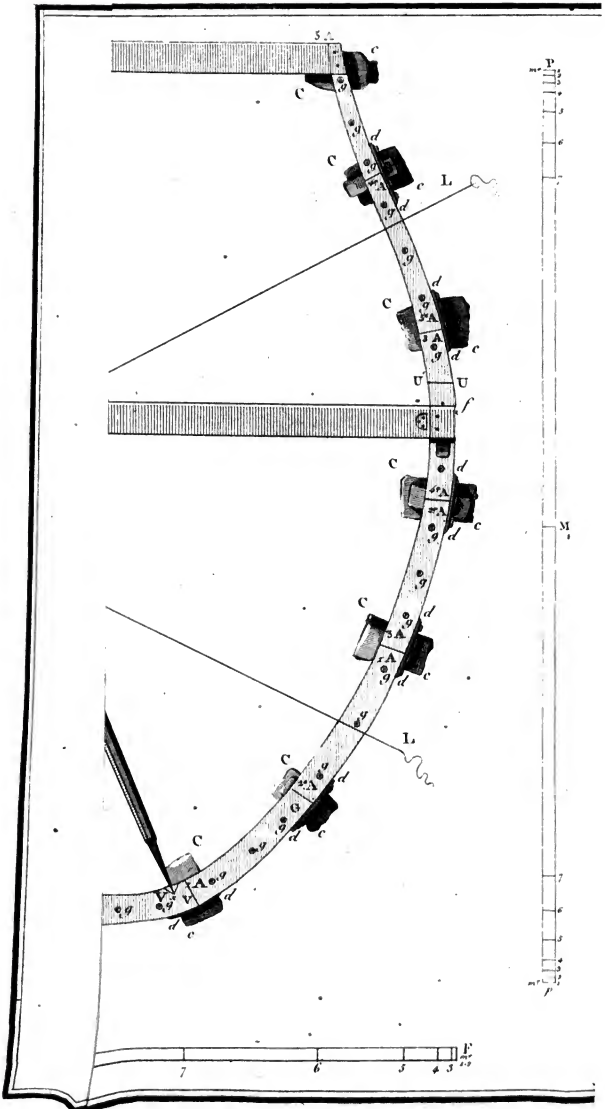
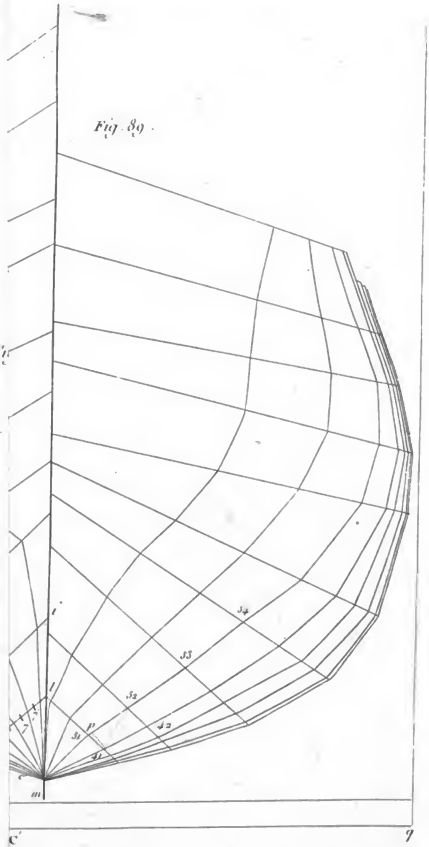
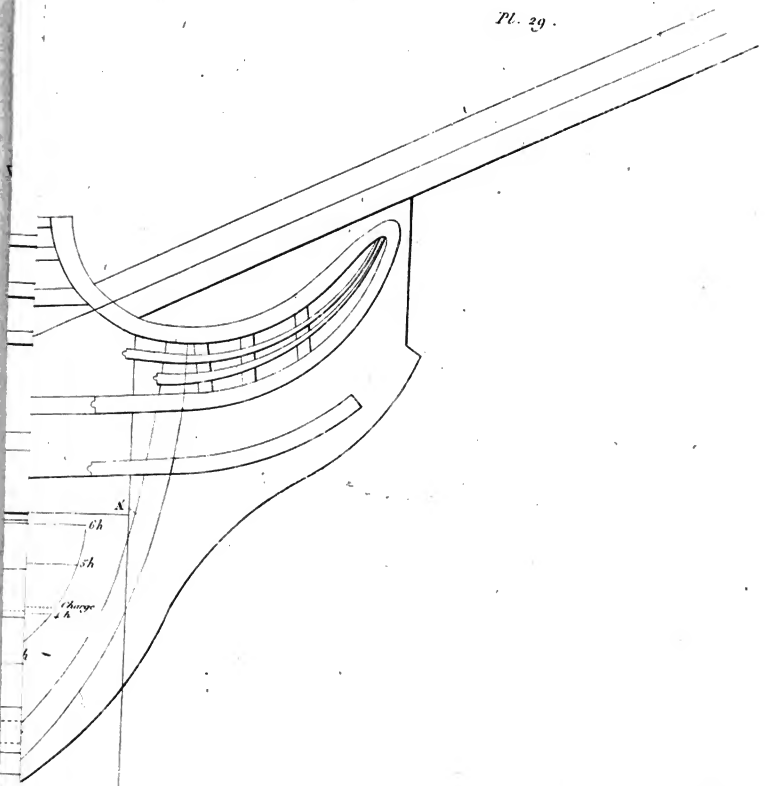
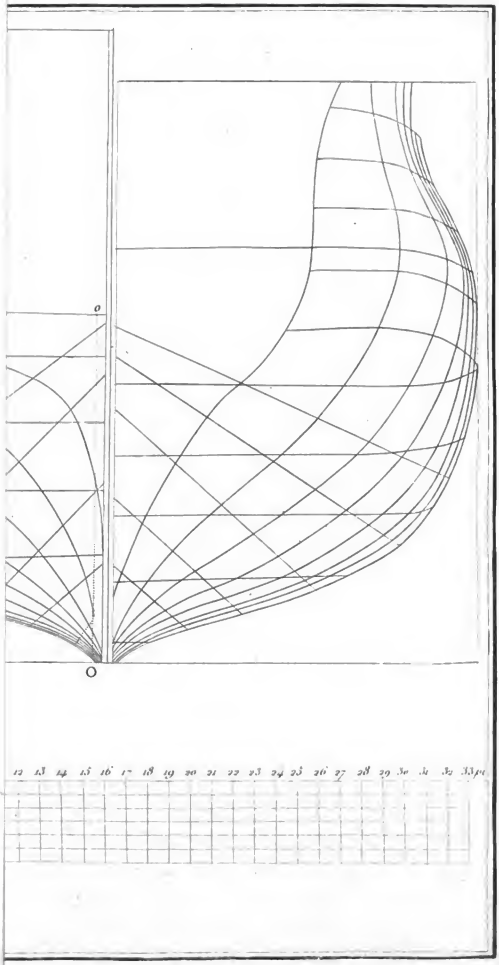

C
L
U
P
M
F
7
6
5
4 3

Fig. 89.




X
6h
5h


o
O
12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33pi

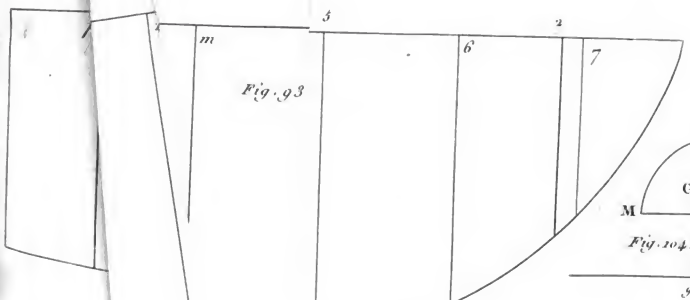


Fig. 93

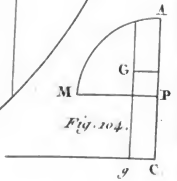


Fig. 104.

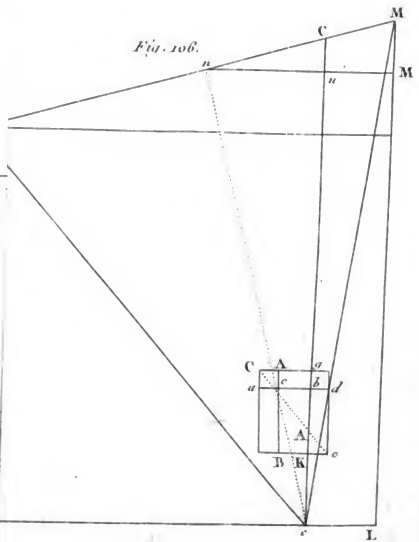
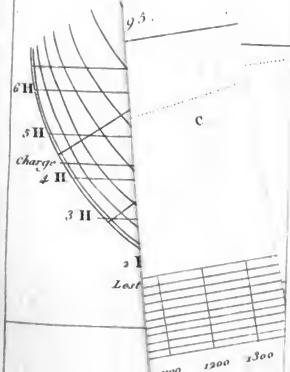
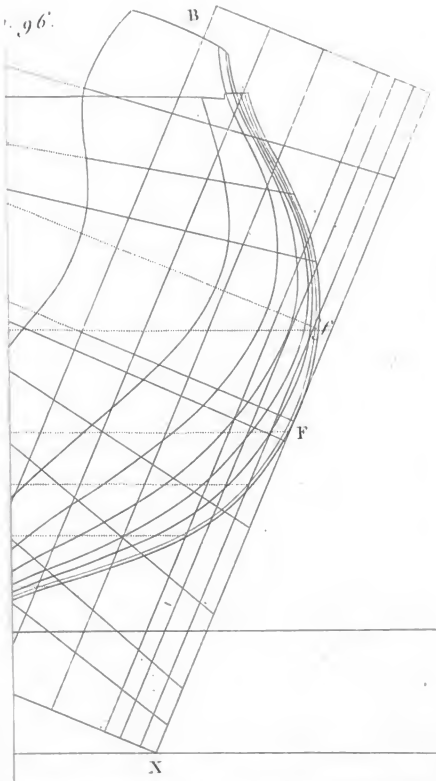
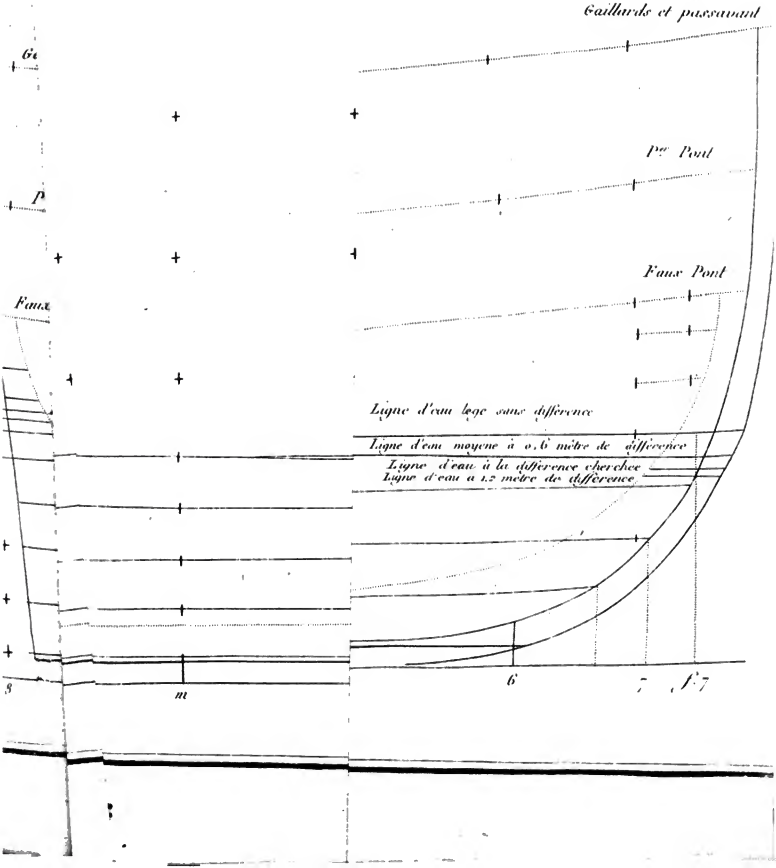


Fig. 106.




B
F
X


Gaillards et passavant
Pre Pont
Faux Pont
Ligne d'eau lege sans difference
Ligne d'eau moyene à 0,6 mètre de difference
Ligne d'eau à la difference cherchee
Ligne d'eau à 1,2 mètre de difference
6
7
m

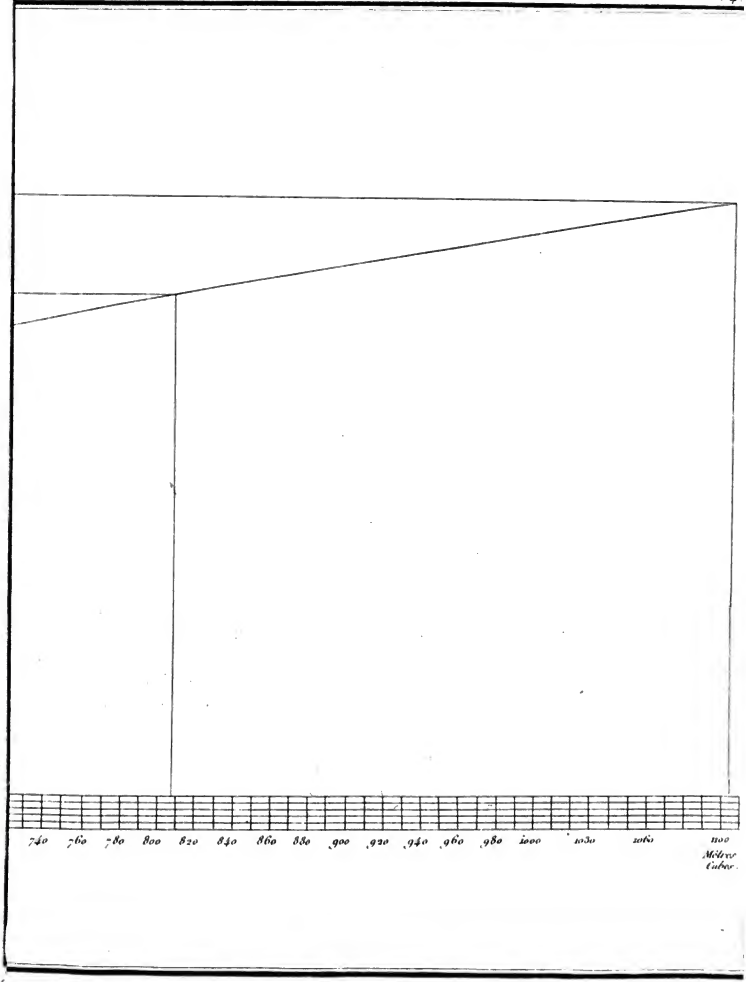
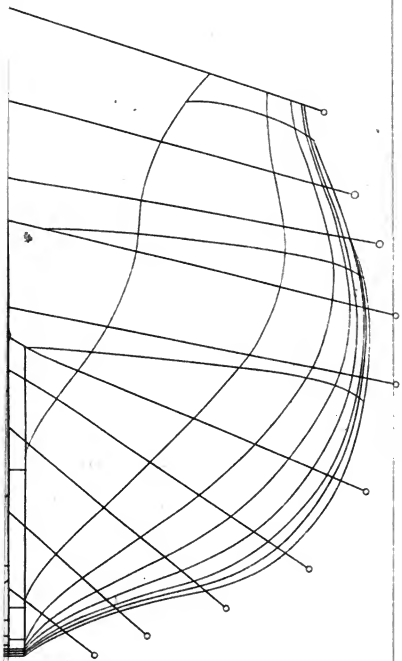
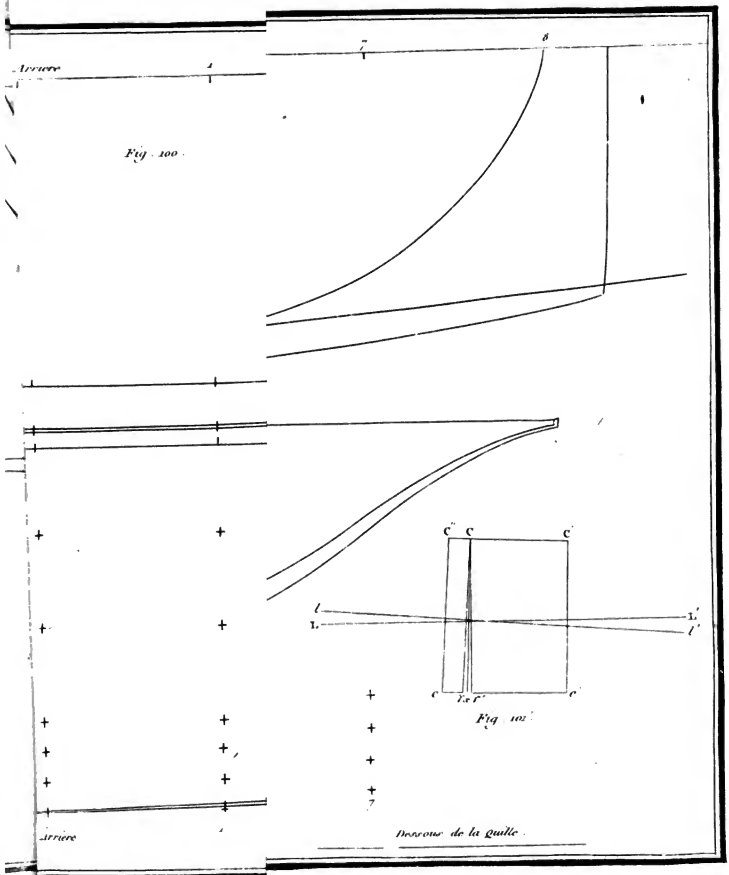
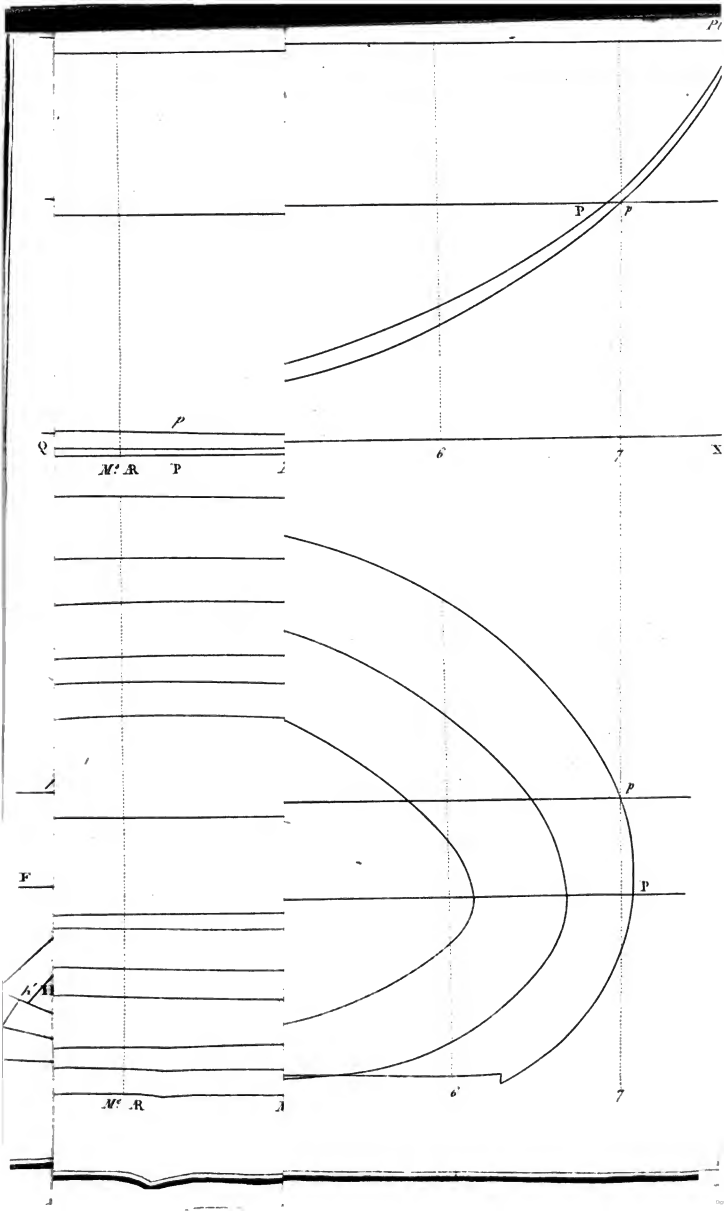
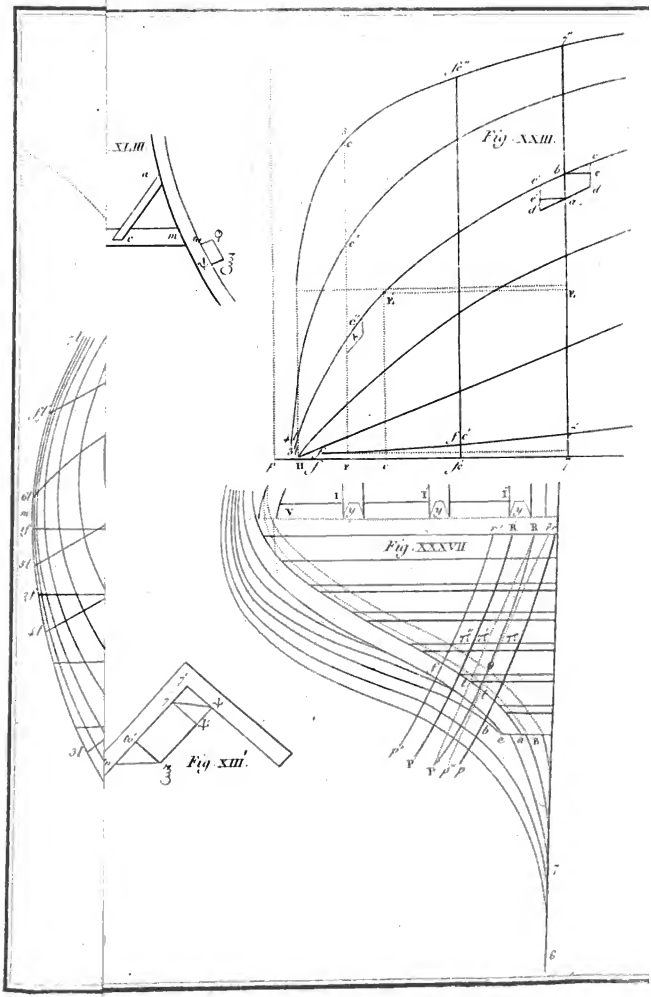

740
760
780
800
820
840
860
880
900
920
940
960
980
1000
1030
1060
1100
Metres
Cubes

Fig. 99.




Arriere
Fig. 100.
Arriere
Fig. 101.
Dessous de la Quille.


P
p
Q
X
6
7
Mc AR
P
p
F
P
6
7
Mc AR


XLIII
Fig. XXIII.
Fig. XXXVII
Fig. XIII'.

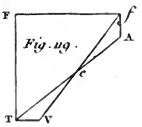


Fig. 114.

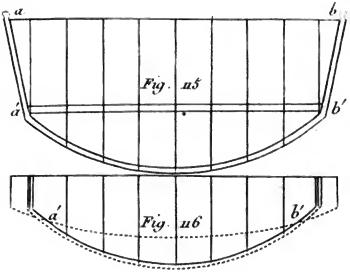


Fig. 115

Fig. 116

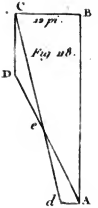


Fig. 118.

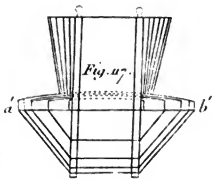


Fig. 117.

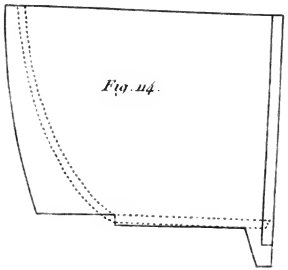


Fig. 114.

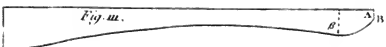


Fig. 111.

Fig. 110.

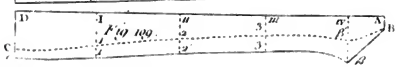


Fig. 109.

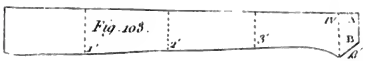


Fig. 108.

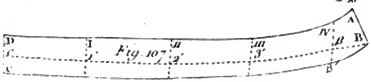
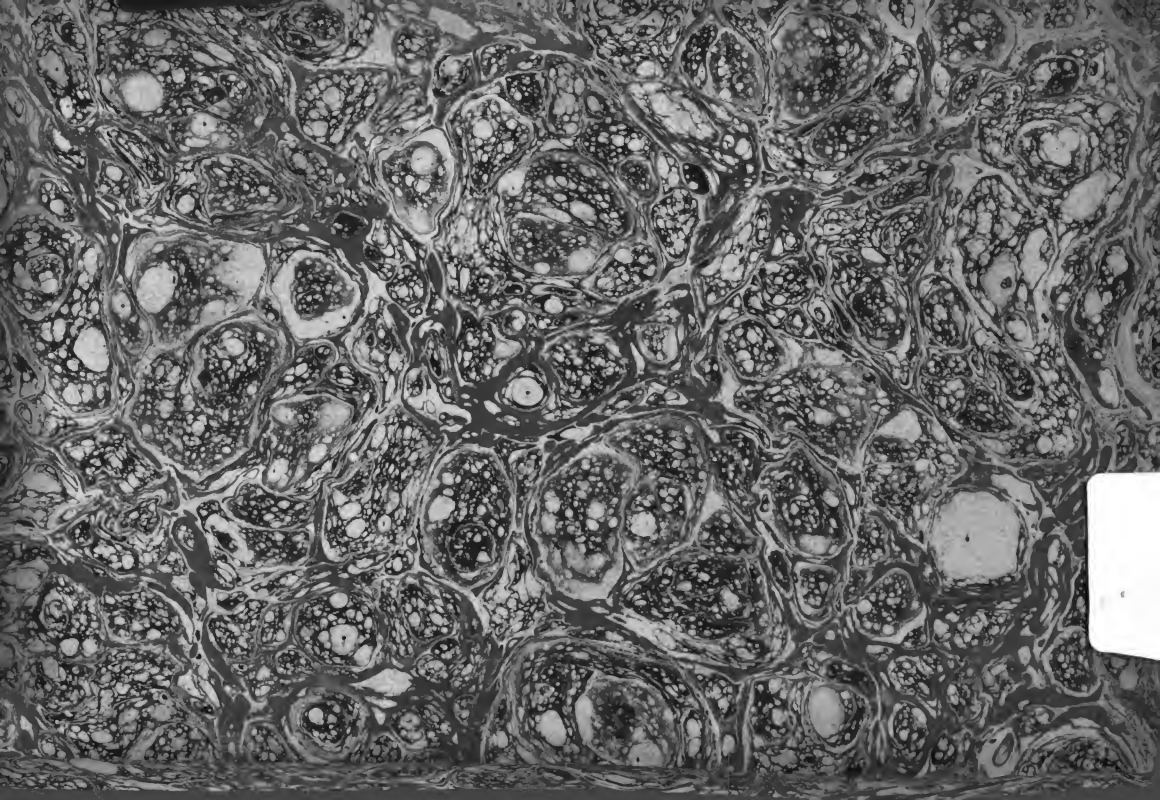



Fig. 107